

Tadeusz Pawlikowski

(Wyższa Szkoła Humanistyczno-Ekonomiczna we Włocławku,
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu)

Justyna Hirsch

(Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu)

**STAN LOKALNEJ FAUNY PSZCZÓŁ (*HYMENOPTERA: APOIDEA*)
JAKO WSKAŹNIK KSERYZACJI DOLINY DOLNEJ WISŁY**

Słowa kluczowe: pszczoły, bioindykacja, kseryzacja, dolna Wisła.

**LOCAL FAUNAS OF BEES (*HYMENOPTERA: APOIDEA*)
STATUS AS INDICATOR OF XERIC CONDITIONS
IN THE LOWER VISTULA VALLEY**

Key words: bees, bioindication, xerisation, the lower Vistula.

Wstęp

Pszczoły stanowią wysoko aktywne bądź potencjalnie wysoko aktywne, sprawne w locie, wyspecjalizowane fitofagi zapylające rośliny kwiatowe. Tworzą one różnogatunkowe zespoły populacji konkurujących o zasoby środowiskowe w obrębie biocenozy, bądź najczęściej w kompleksie biocenoz określonego krajobrazu. Owady te występują niemal we wszystkich środowiskach lądowych, także w skrajnie zmienionych przez człowieka pod warunkiem, że występują tam dostępne dla nich kwiatowe rośliny pokarmowe (MATHESON 1994, MATHESON i in. 1996, MICHENER 2000, SEELEY 1985).

Rozpoznawanie fauny pszczół, jako ich zasobów gatunkowych, w środowiskach wtórnie zmienionych przez człowieka może służyć przede wszystkim określeniu stopnia kseryzacji tych środowisk. Wynika to z kserotermofilnego charakteru tej grupy owadów, która preferuje do zakładania gniazd siedliska suche i ciepłe, związane z roślinnością murawowo-ziołoroślową lub krzewinkową przy niewielkim udziale roślinności krzewiastej bądź drzewiastej. Stwierdzono, że spośród wszystkich typów siedlisk zajmowanych przez pszczoły

najbogatsze w gatunki są obszary z siedliskami kserotermicznymi (LINSLEY 1958). Współcześnie w Polsce i w innych krajach Europy siedliska te powstają niemal wyłącznie w wyniku różnorodnej działalności kulturowej. Badania zasobów gatunkowych pszczół na obszarach obejmujących przeważająco kserotermy były prowadzone m.in. w Pieninach (DYLEWSKA 1962, DYLEWSKA i NOSKIEWICZ 1963), w Puszczy Kampinoskiej (BANASZAK i PLEWKA 1981), w Kotlinie Toruńskiej (PAWLIKOWSKI 1985, 1992), na Zamojszczyźnie (KOSIOR i FIJAŁ 1992, PAWLIKOWSKI i in. 1993). Zainteresowanie budziły także kserotermiczne zbocza koło Chełmna w tzw. Basenie Unisławskim doliny Wisły (BANASZAK i CIERZNIK 1994, PAWLIKOWSKI i KOWALEWSKA 1997) i kserotermiczne środowiska w dolinie dolnej Odry (ENGEL 1938).

Celem niniejszej pracy było wykazanie, w jakim stopniu zmienne warunki higryczno-kseryczne w obrębie środowisk dolinnych dolnej Wisły wpływały na ich uatrakcyjnianie w zasiedlaniu przez pszczoły. Zależności te sprawdzono w podstawowych typach krajobrazowych doliny, jak i również na obszarze całego profilu krajobrazowego (modelu transektu-kateny) doliny między Włocławkiem a Chełmnom.

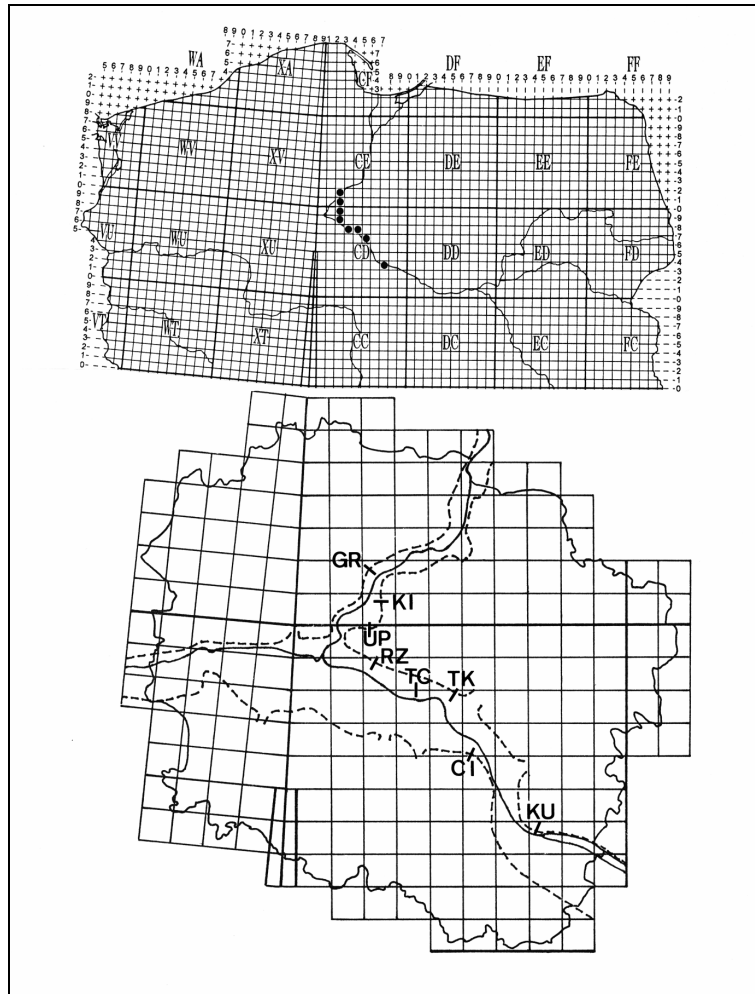
Teren badań

Badania prowadzono przeważnie na prawobrzeżnych powierzchniach doliny dolnej Wisły między Włocławkiem a Chełmnom. Obszar ten znajduje się w granicach administracyjnych regionu kujawsko-pomorskiego (ryc. 1) i rozdziela prawobrzeżne ziemie Pojezierza Chełmińskiego oraz Wysoczyzny Dobrzyńskiej od lewobrzeżnej Wysoczyzny Świeckiej i Kujaw. Zbocza doliny, jako bezpośrednie bądź przybliżone (przez zerodowane zbocza teras) granice między wysoczyzną morenową a piaszczystym dnem doliny, wznoszą się miejscami wyraźne i stromo, sięgając aż do 70 m powyżej przeciętnego lustra rzeki. Rozcinają je liczne, rozczłonkowane parowy, ułatwiające zejście z wysoczyzny do doliny. Fragmentami, zbocza są spłaszczone poprzez nawiewanie piasków z dna doliny oraz procesy osuwiskowe i napływowe z udziałem wód strefy kontaktowej mezoregionów krajobrazowych.

Ponadto dno doliny i środowiska do niego przyległe podlegają postępującej kseryzacji w skutek erozji dna rzecznoego. Szczególnie intensywnie proces ten zachodzi w dół od tamy we Włocławku do Ciechocinka (BABIŃSKI 1992, 2003).

Pod względem geobotanicznym dolina dolnej Wisły oraz przyległe do niej obszary wysoczyzny należą do zachodniopomorskiego pasa przejściowego. Szata roślinna tego terenu jest stosunkowo młoda, znacznie młodsza niż szata roślinna południowej Polski. Rozwinęła się ona po ustąpieniu ostatniego lodowca, tj. około 12000 lat temu (przed zlodowaczeniem panowała

Ryc. 1. Rozmieszczenie stanowisk (transektów) w dolinie dolnej Wisły z użyciem siatki UTM (Polska północna): KU – Kulin, CI – Ciechocinek – Raciążek, TK – Toruń-Kaszczerok, TC – Toruń-Chelmińskie, RZ – Rzęczkowo, UP – Unisław Pomorski, KI – Kiełp – Starogród, GR – Gruczno.



tu roślinność subtropikalna). Cechowało ją duże bogactwo florystyczne, które było wynikiem zróżnicowanej rzeźby powierzchni, stosunków wodnych i klimatu (BOIŃSKI 1988).

Ze względu na dobre gleby obszarów wysoczyznowych, od początków działalności człowieka pierwotna roślinność leśna (przeważająca) była stopniowo niszczone, a tereny zamieniane w pola uprawne oraz łąki. Tej działalności nie oparły się nawet łągi nadrzeczne na dnie doliny. Wykształcały się zbiorowiska zastępcze: zespoły chwastów związanych z uprawami, zespoły roślin łąkowych, zespoły roślin ruderalnych.

W procesie zanikania lasu i kształtowania krajobrazu rolniczego, na obszarach wysoczyznowych odzwierciedla się historia rozwoju osadnictwa tego terenu. Dolina dolnej Wisły była ważnym szlakiem prowadzącym nad Bałtyk oraz ułatwiającym penetrację w głąb kraju. Na badanym terenie w średniowieczu rozwinęły się liczne grodziska, np. w Unisławiu (pocz.XI w.), Płutowie (pocz.XII w.), Starogrodzie (pocz.XIII w.), Toruniu (pocz. XIII) (CHUDZIAKOWA 1994). Mieszkańcy tych grodów swoją działalnością gospodarczą przyczynili się do powstania w strefie zboczowej doliny kserotermicznych terenów murawowych. Późniejsze społeczności, aż do czasów współczesnych, utrzymywały kserotermiczny charakter zboczy poprzez wypasanie, wypalanie muraw oraz niszczenie zaroślowej roślinności.

Obecnie w rolniczym krajobrazie wysoczyzn dolnej Wisły naturalne (klimaksowe) i paranaturalne (antropoklimaksowe) zbiorowiska roślinne zajmują stosunkowo mały procent obszaru. Spośród muraw w najbardziej naturalnym stanie zachowały się zespoły z roślinnością stepową. Według CEYNOWEJ-GIŁDON (1968, 1984) na zboczach pradoliny dolnej Wisły występują najbogatsze w północnej Polsce skupiska roślinności sucho- i ciepłolubnej. Skupiska te stanowią najbardziej północne, reliktowe placówki roślinności południowo-wschodnioeuropejskich stepów. Kserotermiczne murawy stepowe zajmują głównie zbocza o południowej wystawie: ciepłe, silnie nasłonecznione, o glebach wyjątkowo bogatych w węglan wapnia. Pierwsze gatunki stepowych roślin przywędrowały do doliny dolnej Wisły w okresie preborealnym, około 8000 lat p.n.e. Szlaki ich zachodnich wędrowek znaczą do dziś istniejące na brzegach pradoliny reliktowe stanowiska gatunków stepowych, m.in. miłka wiosennego (*Adonis vernalis* L.) i ostnicy (*Stipa* sp.). Gwałtowny wzrost gęstości szaty leśnej w późniejszych okresach hamował możliwości rozwoju i wędrowki najbardziej wrażliwych na zacienienie gatunków stepowych. Ich ponowny ekspansywny rozwój nastąpił dopiero w następstwie działalności osadniczej oraz rolniczej. W XVII-XVIII w. na odlesionych polach wydmywnych dna doliny wprowadzono monokulturowe bory sosnowe.

W 1963 r. murawy zboczy krawędziowych między Parowem Płutowskim a Starogrodem objęto ochroną prawną ustanawiając na nich rezerwat stepowy „Zbocza Płutowskie” (CEYNOWA-GIŁDON 1971). Od tego też czasu obserwuje się sukcesyjne zarastanie zboczy rezerwatu roślinnością krzewiastą i wysoką. Obecnie, murawy kserotermiczne pozostały na 30-60% chronionych powierzchni zboczy. Zróżnicowany stopień sukcesyjnego zarastania

muraw zaobserwowano poza rezerwatem na południowych zboczach Parowu Kiełpskiego.

Dobrze zachowanymi w dolinie dolnej Wisły naturalnymi zespołami roślinności leśnej są fragmenty lasu grądowego. Porastają one trudnodostępne dla upraw, strome zbocza doliny i niektórych jej parowów. Jednym z większych i najstarszych obszarów grądowych w obrębie strefy zboczowej jest las Parowu Płutowskiego. W 1956 r. objęto go ochroną prawną jako rezerwat leśny (CEYNOWA-GIELDON 1971).

Wyjątkowe miejsce na wysokich południowo-zachodnich zboczach doliny we Włocławku zajmuje zbiorowisko dyptamu jesionolistnego – *Dictamnus albus* L. na siedlisku świetlistej dąbrowy – *Potentillo albae Quercetum*. Stanowisko to obejmuje obszar rezerwatu florystycznego „Kulin” powołanego w 1967 r. Na terenie rezerwatu wyróżniono dwa zespoły stepowe: *Potentillo-Stipetum* i *Adonio-Brachypodietum*, ciepłolubny zespół zaroślowy *Peucedanum-Coryletum* i dwa zespoły leśne: *Tilio-Carpinetum* i *Fraxino-Ulmetum*, a także kilka zbiorowisk roślinnych (KĘPCZYŃSKI i ZAŁUSKI 1982).

Gleby dna doliny Wisły stanowią prawie wyłącznie gleby skrytobielicowe, bielicowe słabo zbielicowane oraz rdzawe. Rozwijają się one głównie na rozległych polach wydmywowych Kotliny Toruńskiej i Kotliny Płockiej. Jedyne w pobliżu strefy zboczowej przenikają miejscami z wysoczyzny gleby brunatne i płowe. Obszary wysoczyznowe budują przeważnie gliny zwałowe, na których rozwinęły się gleby brunatne, płowe oraz w niewielkim udziale, czarnoziemy (BEDNAREK i PRUSINKIEWICZ 1984, PLICHTA i REGEL 1973)

W oparciu o kryteria klimatyczne KACZOROWSKIEJ (1962) oraz LORENCA (1998) oceniono lata badań 1997 - 1999. Rok 1997 uznano za przeciętny zarówno pod względem opadów jak i średniej rocznej temperatury. Charakteryzował się on mroźną zimą, stosunkowo chłodną wiosną, ale ciepłym latem i przeciętną jesienią. Rok 1998 posiadał opady w normie, był ciepły, na co miały wpływ wysokie temperatury lata oraz jesieni. Rok 1999 był mokry i o przeciętnej temperaturze, na co wpłynęły ciepła zima i wiosna lecz chłodne oraz mokre lato i jesień.

Zgodnie z podziałem na dzielnice klimatyczne Polski (KONDRACKI 1988) obszar doliny dolnej Wisły należy do dzielnicy bydgoskiej. Ma ona charakter przejściowy pomiędzy chłodną i dość wilgotną dzielnicą pomorską a suchszą i cieplejszą dzielnicą środkową. Średnia roczna temperatura dla tej dzielnicy wynosi 7.9°C, dla stycznia -3.5 (zakresu -2.7 - 4.1) °C, dla lipca 18.5 (18.0 - 18,6) °C. Średnia roczna suma opadów kształtuje się od 500 mm (Włocławek) i 450 (Toruń) do 467 mm (Chełmno), z tego na okres letni przypada 65%. Długość trwania okresu wegetacyjnego (średnia temperatura doby $\geq 5^{\circ}\text{C}$) wynosi 210 dni. Rozpoczyna się on zwykle w drugiej dekadzie kwietnia. Stosunkowo wysoka jest na tym terenie częstość występowania miesięcy posusznych (nie osiagających potrzebnej dla wegetacji ro-

ślin ilości opadów) – wynosi ona 55%. Okres letni (średnia temperatura doby $\geq 15^{\circ}\text{C}$) trwa średnio 100 dni (HOHENDORF 1952, TRAJKOWSKA 1982).

Do badań wybrano 8 stanowisk, z których większość leżała na południowych zboczach doliny w otoczeniu pól uprawnych. Wykaz stanowisk, lokalizację powierzchni oraz charakterystykę roślinności przedstawiono w tab.1 i 2. Powierzchnie badawcze wyznaczono w obrębie stref kra-

Tab. 1. Wykaz stanowisk i powierzchni w strefach krajobrazowych doliny dolnej Wisły: 1 – wysoczyzna przy strefie krawędziowej, 2 – strefa zboczowa, 3 – dno doliny

Stanowisko			Wysokość [m n.p.m.]	Powierzchnie (wg tab. 2)	Lata badań
Transekt	UTM	Stefa			
Kulin (KU)	CD73	1	105	s	1998
		2	80	r	
		3	65	p	
Ciechocinek – Raciążek (CI)	CD56	1	90	l	1998
		2	75	k	
		3	60	j, t	1999
Toruń-Kaszczorek (TK)	CD47	1	80	z	1999
		2	60	w	
		3	55	u	
Toruń-Chelmińskie (TC)	CD37	2	60	a	1997-1999
Rzęczkowo (RZ)	CD28	2	75	f	1997-1999
		3	40	e	
Unisław Pomorski (UP)	CD29	1	90	d	1997-1999
		2	60	c	
		3	40	b	
Kiełp – Starogród (KI)	CE20	1	90	o	1998
		2	60	n	
		3	35	m	
Gruczno (GR)	CE21	1	95	i	1997
		2	60	h	
		3	35	g	

jobrazowych profilu doliny dolnej Wisły. Na każdym stanowisku, a zarazem w obrębie transektu zboczowego, uwzględniono trzy strefy krajobrazowe: wysoczyznę przy strefie krawędziowej, strefę zboczową i dno doliny (ryc. 2). Strefa zboczowa 6 stanowisk leżała bezpośrednio przy strefie krawędziowej wysoczyzny, a dwóch pozostałych stanowisk (TK i TC) – w jej pobliżu.

Tab. 2. Charakterystyka powierzchni (PW) na stanowiskach doliny dolnej Wisły

Stanowisko	PW	Charakterystyka
KU1	s	przysosie zadrzewione obok ogrodów, sadów i łąk, z przewagą roślin: TXof, TAvu, Ciin
KU2	r	zbcze (SW 60°) z dąbrową <i>Potentillo albae-Quercetum</i> wraz <i>Dictamnus albus</i> oraz z murawami kserotermicznymi na obszarze rezerwatu „Kulin” – VEsp, SApr, STre, Poar
KU3	p	równina zalewowa z zaroślami wierzbowymi i płatami ziolorośli: TRpr, VIsp, Sose
CI1	l	przysosie obok ogrodów z przewagą roślinności ruderalnej: TGsp, CLOf, ALro, BAni, AHof, Ecvu
CI2	k	zbcze (SW 45°) z roślinnością zioloroślowo-murawową: AHof, BAni, CHma, CIin, TRpr, SApr, Mefa
CI3	j	równina zalewowa z łąkami i płatami roślinności ruderalnej: BAni, TAvu, CHma, Mefa
	t	równina zalewowa i wał przeciwpowodziowy z zakrzewieniami (<i>Caragana sp.</i> , <i>Lonicera sp.</i> , <i>Spirea sp.</i> , <i>Tamarix sp.</i>) i łąkami: BEin, CAac, TAvu, Mefa
TK1	z	tereny z roślinnością murawową obok zakrzewień osiedla mieszkaniowego: TXof, BEin, TRre, Ecvu
TK2	w	zbcze (NE 45°) z murawą <i>Sedo-Scleranthetea</i> : POar, SCoc, CERh, FRvi, Seac
TK3	u	równina zalewowa z udziałem roślinności ruderalnej i murawy piaszczystej: BAni, LEca, LOco, AHof, Ecvu, ERpl, TXof, JAmo, CERh, TRpr
TC2	a	zbcze (S 30°) górnej terasy z murawą <i>Sedo-Scleranthetea</i> na skraju młodników sosnowych z przewagą roślin: POar, POag, SEac, CERh
RZ2	f	zbcze (S 30-60°) z piaszczysto-gliniastym wyrobiskiem z murawą kserotermiczną: Poar, CERh
RZ3	e	przysosie obok pól uprawnych i łąk z przewagą roślin: COar, GEpr, Ecvu, CDac, Bein
UP1	d	przysosie na skraju ogrodów i sadów z udziałem roślinności ruderalnej oraz murawowej: COar, GEpr, BAni, Txof
UP2	c	zbcze (S 45°) z murawą stepową <i>Festuco-Brometea</i> z przewagą roślin: ADve, POar, CAsy, SApr
UP3	b	równina zalewowa z polami uprawnymi i siecią przydroży porośniętych roślinnością zbiorowiska <i>Artemisietea</i> z przewagą roślin: LAal, BAni, TAvu
KI1	o	przysosie obok zabudowań gospodarczych, ogrodów i pól uprawnych z przewagą roślinności ruderalnej i segetalnej
KI2	n	zbcze (SW i S 60°) z murawą stepową i zaroślami głogów (<i>Crataegus sp.</i>) na obszarze rezerwatu „Zbocza Płutowskie”: ADve, SApr, OXpi, CAsy
KI3	m	równina zalewowa z polami uprawnymi, łąkami i siecią przydroży z przewagą roślin: LAal, ANsi, AEpo, ARla, CROl, SYof, LYsa
GR1	i	przysosie zadrzewione obok pól uprawnych i łąk <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> z przewagą roślin: LAal, TXof, TRpr, CERh

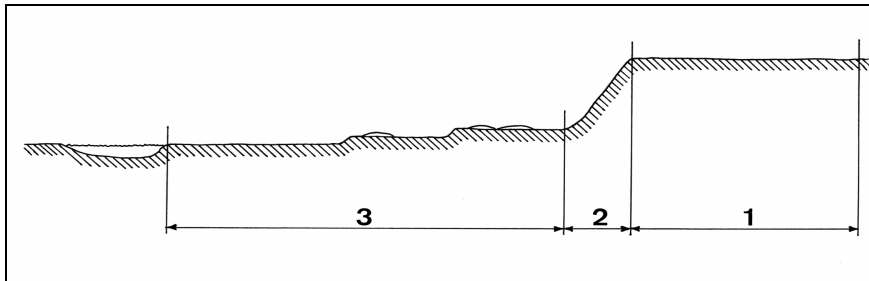
Tab. 2. cd.

GR2	h	zbocze (SE 50°) z murawą stepową <i>Festuco-Brometea</i> z przewagą roślin: POar, CAsy, CERh, SApr
GR3	g	równina zalewowa z polami uprawnymi i siecią przydroży, z ogrodami i roślinnością synantropijną przy zabudowaniach gospodarstw: LAal, GEpr, ECvu, CDac, BEin

Objaśnienia symboli gatunków roślin kwiatowych:

ALro – <i>Althaea rosae</i> (L.)	LAal – <i>Lamium album</i> L.
ADve – <i>Adonis vernalis</i> L.	LEca – <i>Leonurus cardiaca</i> L.
AEpo – <i>Aegopodium podagraria</i> L.	LOco – <i>Lotus corniculatus</i> L.
AHof – <i>Anchusa officinale</i> L.	LYsa – <i>Lythrum salicaria</i> L.
ANsi – <i>Anthriscus silvestris</i> BIEB.	MEfa – <i>Medicago falcata</i> L.
ARla – <i>Arctium lappa</i> L.	OXpi – <i>Oxytropis pilosa</i> (L.)
BAni – <i>Ballota nigra</i> L.	POar – <i>Potentilla arenaria</i> BORKCH.
BEin – <i>Berteroa incana</i> (L.)	POag – <i>Potentilla argentea</i> L.
CAsy – <i>Campanula sybirica</i> L.	SApr – <i>Salvia pratensis</i> L.
CAac – <i>Carduus acanthoides</i> L.	SCoc – <i>Scabiosa ochroleuca</i> L.
CERh – <i>Centaurea rhenana</i> BOR.	SEac – <i>Sedum acre</i> L.
CHma – <i>Chelidonium maius</i> L.	SOse – <i>Solidago serotina</i> AITON
CIin – <i>Cichorium intybus</i> L.	STre – <i>Stachys recta</i> L.
CLof – <i>Calendula officinalis</i> L.	SYof – <i>Symphytum officinale</i> L.
CRol – <i>Cirsium oleraceum</i> (L.)	TAvu – <i>Tanacetum vulgare</i> L.
COar – <i>Convolvulus arvensis</i> L.	TGsp – <i>Tagetes</i> sp.
ECvu – <i>Echium vulgare</i> L.	TXof – <i>Taraxacum officinale</i> WIGG.
ERpl – <i>Eryngium planum</i> L.	TRpr – <i>Trifolium pratense</i> L.
FRvi – <i>Fragaria viridis</i> DUCH.	TRre – <i>Trifolium repens</i> L.
GEpr – <i>Geranium pratense</i> L.	VIsp – <i>Vicia</i> sp.
JAmo – <i>Jasione montana</i> L.	VEsp – <i>Veronica spicata</i> L.

Ryc. 2. Strefy krajobrazowe wyznaczone na profilu doliny dolnej Wisły: 1 – wysoczyzna przy strefie krawędziowej, 2 – strefa zboczowa, 3 – dno doliny (z równiną zalewową i terasami w części pokrytymi polami wydm).



Material i metody

Na wybranych stanowiskach (tab. 1) obserwowano i odławiano (tylko dla sprawdzenia oznaczeń) pszczoły od końca kwietnia do końca sierpnia w latach 1997-1999. Próbę stanowiła liczba osobników odliczonych, w tym także w części odłowionych (w celu pewnego oznaczenia) podczas przemarszu (tempo 7-10 m/min) w ciągu 30 min na powierzchni pasa o szerokości 1 m w warstwie traw i ziołorośli, a niekiedy także na małych skupieniach krzewów (przy gniazdach, na kwiatach i w lotach godowych) na określonym stanowisku, w warunkach optymalnych dla aktywności lotnej pszczół. Za warunki optymalne przyjęto: termikę powietrza 18-22°C (przy słabym lub umiarkowanym wietrze) podczas pogodnych dni w godzinach 9:00-14:00 czasu środkowoeuropejskiego. W strefie zboczowej przemieszczano się prostopadle do stoku zbocza. W ciągu jednego przemarszu penetrowano powierzchnię 300-400 m². Zazwyczaj w danym dniu wykonywano jedną próbę w każdej strefie stanowiska. Do określenia średniego zagęszczenia ogółu pszczół (= łożności, A) przeliczano liczbę zarejestrowanych osobników na powierzchni 200 m². Próby pobierano z częstotliwością co 7-10 dni w miesiącu na każdym stanowisku. Ogółem zarejestrowano na 8 stanowiskach ponad 37 tys. okazów pszczół, przy czym stosunek liczby trzmieli (*Bombus LATR.*) : liczby pozostałych dzikich pszczół: liczby robotnic *Apis mellifera* L. miał się jak 1 : 2.4 : 4. Wszystkie okazy posłużyły do określenia różnorodności gatunkowej wyodrębnionych zespołów pszczół.

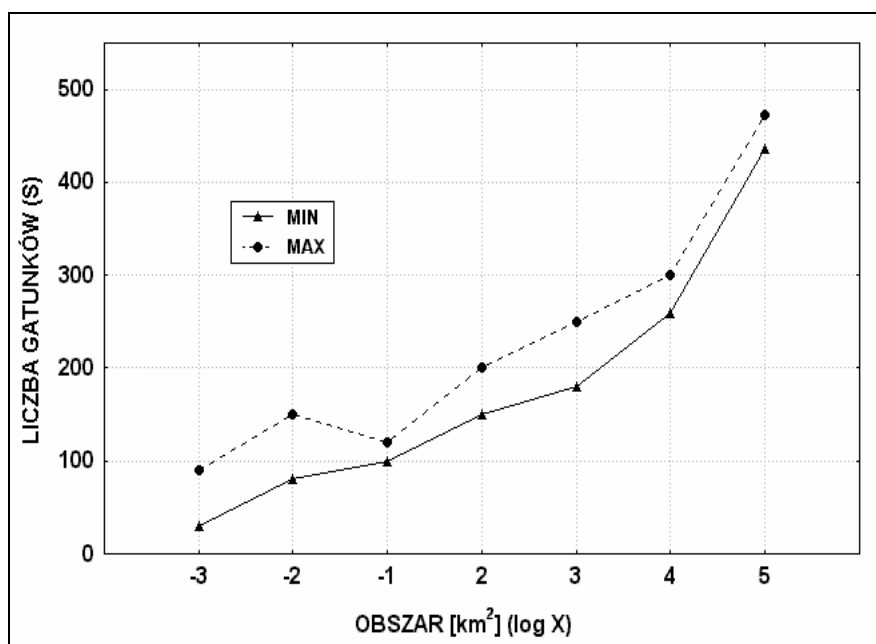
Różnorodność gatunków w środowiskach doliny dolnej Wisły

Zasadniczym czynnikiem kształtującym różnorodność gatunkową pszczół w środowiskach doliny dolnej Wisły był proces siedliskowego różnicowania ich roślinności pokarmowej pod wpływem gradientu kseryzacji (wzrastającego od rzeki do obszarów wysoczyznowych – ryc. 2). Pomiedzy liczbą gatunków pszczół (S) w badanych środowiskach dolinnych a liczbą odwiedzanych przez nie gatunków roślin kwiatowych (X) udowodniono bardzo ścisłą korelację ($r = 0.998$, $p < 0.05$) przy równaniu linii regresji $S = 8.9748 + 1.8480X$. Jeśli przyjmiemy, że różnorodność oblatywanych gatunków roślin kształtowała się wprost proporcjonalnie do różnorodności biocenoz badanych środowisk, to obserwowane bogactwo gatunkowe zespołów pszczół było podporządkowane czynnikowi heterogenizacji przestrzeni w skali lokalnej. Zasada ta jest jedną z istotniejszych tłumaczących fenomen różnicowania się struktury biocenotycznego układu zespołowego (MAC ARTUR i MAC ARTUR 1961). Należy jednak zaznaczyć, że w przypadku środowisk dolinnych ich heterogenizacja wynika głównie z historycznej i współczesnej działalności człowieka.

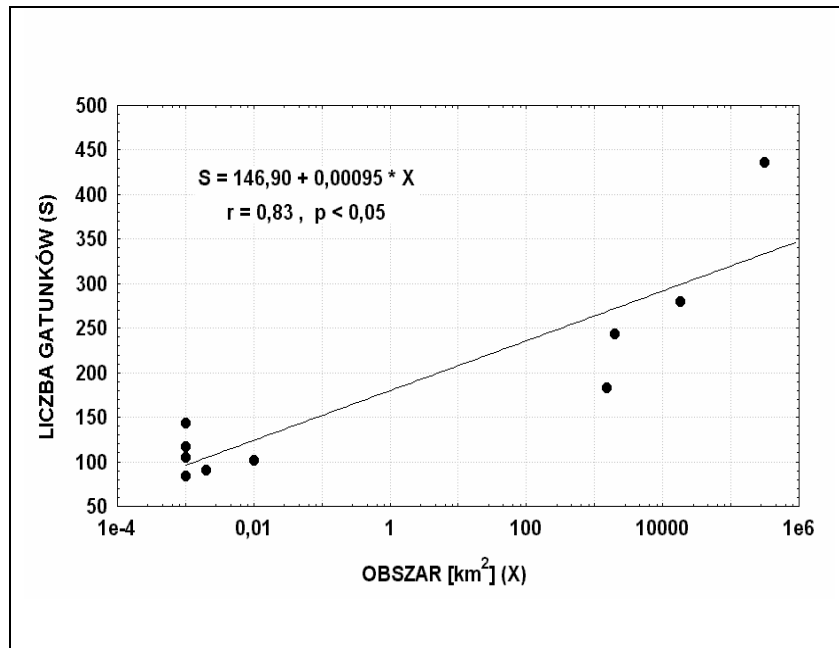
Tab. 3. Liczba gatunków pszczół wykazanych na różnych obszarach doliny dolnej Wisły, Regionu Kujawsko-Pomorskiego i Polski

Obszar	Powierzchnia [km ²]	Lata badań	Liczba gatunków	Źródło
Kulin	0.001	1998	117	HIRSCH in litt.
Toruń-Kaszczorek	0.001	1999	105	
Unisław Pomorski	0.001	1997-1999	144	
Gruczno	0.001	1997	84	
Kiełp – Plutowo	0.002	1975-1994	91	PAWLIKOWSKI i in. 1997
Ciechocinek – Raciążek	0.01	1998-1999	102	HIRSCH in litt.
Kotlina Toruńska	1500	1982-1986	183	PAWLIKOWSKI 1992
Kulin – Gruczno	2000	1997-1999	244	HIRSCH in litt.
Reg. Kujawsko-Pomorski	17970	1951-2000	280	komputer.baza danych
Polska	312000	1951-2000	436	PAWLIKOWSKI 2001
		1901-2000	472	

Ryc. 3. Zakres wahań liczby gatunków (S) w gradiencie powierzchni badań (X) na obszarze Polski w latach 1901-2000 (wg Hirsch in litt., Pawlikowski i in. 1997, Pawlikowski 1992, 2001).



Ryc. 4. Zależność liczby gatunków pszczół (S) od wielkości powierzchni badań (X) na obszarze Polski w latach 1951-2000.



W drugiej połowie minionego stulecia prowadzono intensywne badania nad zasobami pszczół w dolinie dolnej Wisły między Włocławkiem a Chełmnem. Wykazano 244 gatunki, czyli około 56% ogółu gatunków stwierdzonych w Polsce. Równocześnie stanowiły one 87% stanu gatunków odnotowanych w regionie kujawsko-pomorskim. Lokalnie, na obszarze przeciętnego transektu doliny (0.001 km²), wykazywano od 86 do 144 gatunków pszczół (tab. 3). Pomiedzy rejestrowaną liczbą gatunków (S) a zakresem obszaru badań (X) na obszarze Polski stwierdzono silną korelację ($r = 0.83$ dla $p < 0.05$), przy równaniu linii regresji $S = 146,90 + 0,00095X$ (ryc. 3 i 4).

Liczbę gatunków wykazanych na powierzchniach w obrębie wybranych transektów doliny zestawiono w tab. 4. Niemal na wszystkich stanowiskach z udziałem zboczy o południowej wystawie liczba gatunków związanych z strefą przykrawędziową (1), strefą zboczową (2) i strefą dna doliny (3) kształtowała się w stosunku 1 : 2 : 1. Dość równomiernie kształtował się udział gatunków w strefach stanowisk Toruń-Kaszczorek oraz Rzęczkowo. Prawdopodobnie wiązało się to z podobnie zróżnicowanymi siedliskowo obszarami dna doliny i strefy zboczowej oraz ze złagodzeniem stoku zbocza przez utwory piaszczyste.

Ta sama zależność liczby gatunków od atrakcyjności siedliskowej strefy najprawdopodobniej wpłynęła na rozkład gatunków w strefach transektu

Tab 4. Liczba gatunków (S) wykazanych na powierzchniach stanowisk (wg tab. 1) w obrębie transektów (1+2+3) doliny dolnej Wisły (wg HIRSCH in litt. oraz komputerowej bazy danych)

Powierzchnie	Lata badań											
	1997			1998			1999			1997-1999		
	S	%S 1-3	%S 2	S	%S 1-3	%S 2	S	%S 1-3	%S 2	S	%S 1-3	%S 2
KU1	-	-	-	48	41.0	54.2	-	-	-	48	41.0	54.2
KU2	-	-	-	98	83.8	100	-	-	-	98	83.8	100
KU3	-	-	-	38	32.5	50.0	-	-	-	38	32.5	50.0
KU(1+2+3)	-	-	-	117	100	-	-	-	-	117	100	-
CI1	-	-	-	24	36.9	29.0	-	-	-	24	23.5	29.0
CI2	-	-	-	31	47.7	100	-	-	-	31	30.4	100
CI3	-	-	-	49	75.4	58.1	86	100	-	96	94.1	83.9
CI (1+2+3)	-	-	-	65	100	-	86	100	-	102	100	-
TK1	-	-	-	-	-	-	56	53.3	54.7	56	53.5	54.7
TK2	-	-	-	-	-	-	64	61.0	100	64	61.0	100
TK3	-	-	-	-	-	-	69	65.7	59.4	69	65.7	59.4
TK(1+2+3)	-	-	-	-	-	-	105	100	-	105	100	-
TC2	55	100	100	53	100	100	61	100	100	117	100	100
RZ2	55	61.1	100	53	63.9	100	61	65.6	100	101	74.3	100
RZ3	64	71.1	54.5	62	74.7	58.5	64	68.8	57.4	104	76.5	66.3
RZ(2+3)	90	100	-	83	100	-	93	100	-	136	100	-
UP1	32	36.8	27.3	35	39.3	33.3	41	43.6	34.2	60	41.7	40.7
UP2	66	75.9	100	63	70.8	100	73	77.7	100	113	78.5	100
UP3	38	43.7	39.4	47	52.8	42.9	53	56.4	50.7	81	56.3	54.9
UP(1+2+3)	87	100	-	89	100	-	94	100	-	144	100	-
KI1	-	-	-	38	46.3	36.8	-	-	-	38	46.3	36.8
KI2	-	-	-	68	82.9	100	-	-	-	68	82.9	100
KI3	-	-	-	41	50.0	39.7	-	-	-	41	50.0	39.7
KI (1+2+3)	-	-	-	82	100	-	-	-	-	82	100	-
GR1	37	44.0	29.0	-	-	-	-	-	-	37	44.0	29.0
GR2	58	69.0	100	-	-	-	-	-	-	58	69.0	100
GR3	42	50.0	37.7	-	-	-	-	-	-	42	50.0	37.7
GR(1+2+3)	84	100	-	-	-	-	-	-	-	84	100	-

Ciechocinek – Raciążek z udziałem strefy zboczowej o wystawie północnej. Tamże stosunek liczby gatunków w strefach kształtował się odpowiednio 1 : 1 : 4. Jak stąd widać, siedliskowa atrakcyjność dna doliny była czterokrotnie większa od atrakcyjności pozostałych stref transektu. Stan rozkładu liczby gatunków w tym miejscu doliny szczególnie podkreśla charakter ksero-

termiczny dna doliny względem higryczno-chłodnego północnego zbocza. Należy jednak przyjąć, iż naturalną właściwością tych stref jest podobna atrakcyjność siedliskowa. A zatem, obserwowane po-dwyższenie atrakcyjności dna doliny dla organizmów kserotermofilnych wyka-zywało odpowiedniej krotności degradację jej naturalnych warunków higrycznych (GIZIŃSKI 2003).

Analizując występowanie poszczególnych gatunków w strefach krajobrazowych doliny (tab. 4) stwierdzono, iż wszystkie gatunki gniazdowały, bądź były powiązane z miejscami gniazdowania (kleptopasożyty) w strefie zboczowej i stąd rozprze-strzeniały się do środowisk w strefie dna doliny oraz do pobliskich środowisk na wysoczyźnie. W strefie dna doliny wykazywano 51% gatunków ze zboczy (w zakresie 38-66%), a w środowiskach na wysoczyźnie – 43% (w zakresie 29-55%). Preferowanie przez pszczoły siedlisk w strefie zboczowej o południowej wystawie potwierdza zestawienie udziału gatunków ze stref krajobrazowych względem ogółu gatunków stwierdzonych na obszarach transektów. I tak, w strefie przykrawędziowej stwierdzono 41-53% ogółu gatunków, w strefie zboczowej – 61-82% ogółu, a w strefie dna – 33-77%.

Literatura

- BABIŃSKI Z. 1992. Współczesne procesy korytowe dolnej Wisły. Prace Geograficzne 157, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków, 172p.
- BABIŃSKI Z. 2003. Procesy erozji wglębnej poniżej zapór. Zeszyty WSHE, 8: in litt.
- BANASZAK J., PLEWKA T., 1981: *Apoidea* (Hymenoptera) Kampinowskiego Parku Narodowego. Fragm. Faun., 25: s. 438-452.
- BANASZAK J., CIERZNIAK T., 1994: Estimate of density of *Apoidea* (Hymenoptera) in steppe reserve „Zbocza Płutowskie” on the lower Vistula river. Polskie Pismo Ent., 63: s. 319-337.
- BEDNAREK R., PRUSINKIEWICZ Z., 1984: Gleby. [W:] Województwo toruńskie. GALON R. (red.), PWN, Warszawa-Poznań-Toruń, s. 189-205.
- BOIŃSKI M., 1988: Przewodnik przyrodniczy po województwie toruńskim. PWN, Warszawa-Poznań-Toruń.
- CEYNOWA M., 1968: Zbiorowiska roślinności kserotermicznej nad dolną Wisłą. Stud. Soc. Scient. Tor., Sec.D, 8: s. 1-156.
- CEYNOWA-GIELDON M., 1971: Osobliwości florystyczne i rezerwy Ziemi Chełmińskiej. PWN, Toruń.
- CEYNOWA-GIELDON M., 1984: Roślinność. [W:] Województwo toruńskie. GALON R. (red.), PWN, Warszawa-Poznań-Toruń, s. 207-239.

- CHUDZIAKOWA J. (red.), 1994: Wczesnośredniowieczne grodziska Ziemi Chełmińskiej. Katalog źródeł. UMK, Toruń.
- DYLEWSKA M., 1962: The *Apoidea* of the Pieniny National Park. Part I. *Megachilidae* and *Apidae* (partim). Acta Zool. Cracov., 7: s. 423-481.
- DYLEWSKA M., NOSKIEWICZ J., 1963: *Apoidea* of the Pieniny National Park. Part II. *Colletidae Andrenidae, Halictidae, Melittidae, Apidae (Nomada Scop.)*. Acta Zool. Cracov., 8: s. 477-532.
- ENGEL H., 1938: Beiträge zur Flora und Fauna der Binnendüne bei Bellinchen (Oder). Märkische Tierwelt, 3(4): s. 229-294.
- GIZIŃSKI A., 2003: Problemy ekologiczne doliny dolnej Wisły w rejonie Gostynińsko-Włocławskiego Parku Krajobrazowego. Zeszyty Naukowe WSHE, 15, Włocławek.
- HIRSCH J., 2002: Zespoły pszczół (*Hymenoptera: Apoidea*) środowisk przykrawędziowych doliny dolnej Wisły między Włocławkiem a Chełmnem. Rozprawa doktorska, UMK.
- HOHENDORF E., 1952: Klimat Ziemi Chełmińskiej w świetle potrzeb rolnictwa. Stud. Soc. Scient. Tor., Sec.C, 1(4): s. 51-88.
- KACZOROWSKA Z., 1962: Opady w Polsce w przekroju wieloletnim (tendencja, okresowość, oraz prawdopodobieństwo występowania niedoboru i nadmiaru opadów). Prace Geograficzne, 33: s. 71-90.
- KĘPCZYŃSKI K., ZALUSKI T., 1982: Ochrona przyrody. [W:] Województwo Włocławskie – Monografia regionalna. Uniw. Łódzki, Łódź-Włocławek, s.101-107.
- KONDRACKI J., 1988: Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa.
- KOSIOR A., FIJAŁ J., 1992: Analiza faunistyczno-ekologiczna owadów pszczołowatych *Apoidea* województwa zamojskiego. Studia Ośrodka Dokumentacji i Fizjografii, 20: s. 13-54.
- LINSLEY E.G., 1958: The ecology of solitary bees. Hilgardia, 27: s. 543-599.
- LORENC H., 1998: Ocena stopnia realizacji programu „Obserwacje meteorologiczne i badania klimatyczne w systemie zintegrowanego monitoringu środowiska przyrodniczego” oraz synteza uzyskanych wyników badań za okres 1994-1997. [W:] Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- MAC ARTUR R.H., MAC ARTUR J.W., 1961: On bird species diversity. Ecology, 42: s. 594-598.
- MATHESON A (eds.), 1994: Forage for bees in an agricultural landscape. IBRA, Cardiff, UK.

- MATHESON A., BUCHMANN S.L., O'TOOLE C., WESTRICH P., WILLIAMS I.H. (eds.), 1996: The conservation of bees. Ac.Press Linn.Soc.London & IBRA, London, UK.
- MICHENER C.D., 2000: The bees of the World. J.Hopkins Univ. Press, Baltimore-London.
- PAWLIKOWSKI T., 1985: Zgrupowania dzikich pszczołowatych (*Hymenoptera, Apoidea*) na kserotermicznych siedliskach wydmowych w Kotlinie Toruńskiej. Stud. Soc. Scient. Tor., Sec.E, 10(4): s. 1-82.
- PAWLIKOWSKI T., 1992: Struktura zespołów pszczołowatych (*Hymenoptera, Apoidea*) na obszarach leśnych Kotliny Toruńskiej. Rozprawy UMK, Toruń.
- PAWLIKOWSKI T., KOSIOR A., FIJAŁ J., 1993: Dzikie pszczołowate (*Hymenoptera, Apoidea*) województwa zamojskiego. Acta Univ. Nic. Copernici, Biol. 47, 90: s. 51-66.
- PAWLIKOWSKI T., KOWALEWSKA B., 1997: Atrakcyjność środowisk krawędziowych dla pszczół (*Hymenoptera: Apoidea*) na Zboczach Płutowskich koło Chełmna. Wiad. Entomol., 16(3-4): s. 165-176.
- PAWLIKOWSKI T., 2001: Computer checklist of *Apoidea* (*Hymenoptera*) in Poland. Part 1 (excluding bibliography to distribution). Acta Univ. Nic. Copernici, Biol. 55, 107: s. 39-66.
- PLICHTA W., REGEL S., 1973: Gleby okolic Torunia. Acta Univ. Nic. Copernici, Geogr. 10, 32: s. 145-159.
- SEELEY T.D., 1985: Honeybee ecology. A study of adaptation in social life. Princeton Univ. Press, Princeton-New Jersey.
- TRAJKOWSKA M., 1982: Klimat. [W:] Województwo Włocławskie – Monografia regionalna. Uniw. Łódzki, Łódź-Włocławek, s. 51-58.