

Porównanie zagęszczenia przędziorkowatych (Tetranychidae) i dobroczynkowatych (Phytoseiidae) na dębie szypułkowym (*Quercus robur* L.) w lasach na obszarach naturalnym i przemysłowym

Comparing densities of spider mites (Tetranychidae) and predatory mites (Phytoseiidae) on the common oak (*Quercus robur* L.) in forests of natural and industrial areas

Magdalena Lubiarcz

Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II, Katedra Ochrony Środowiska Przyrodniczego i Krajobrazu,
ul. Konstantynów 1H, 20-708 Lublin

Tel. +48 81 4454539, e-mail: lubiarz@kul.pl

Abstract. This paper presents results of studies conducted in the forest areas of the Polesie National Park and in the surroundings of the chemical producer Zakłady Azotowe in the town of Puławy on the abundance of mites from the families Tetranychidae and Phytoseiidae. These studies were conducted on eight different sites in the years 2002–2004 and aimed at answering the question of whether mite abundance is related to factors such as area, site and year. In total, 8894 specimen of the spider mite family and 1835 specimen of the predatory mite family were collected. Spider mites were more abundant in Puławy than in the Polesie National Park, whilst the abundances of predatory mites were similar in both study areas. For spider mites, statistically significant differences were found in terms of study area and site, but also in terms of the study area in relation to the year of investigation. In the case of predatory mites, statistically significant differences were also found in terms of the study area in relation to the year of investigation.

Keywords: herbivorous mites, natural enemies, environmental impact, pollution

1. Wstęp

Badania nad stawonogami zasiedlającymi dęb szypułkowy prowadzone były zarówno w lasach, jak i na terenie miast. Do głównych leśnych szkodników dębów zaliczane są liczne gatunki motyli i chrząszczy, m.in. *Euproctis chrysorrhoea* (Linnaeus 1758), *Lymantria dispar* (Linnaeus 1758), *Operophtera brumata* (Linnaeus 1758), *Altica quercetorum* Foudras 1860 czy *Scolytus intricatus* (Ratzeburg 1837) (Michalski, Mazur 2006). Natomiast w miastach największe znaczenie mają stawonogi o kłująco-ssących aparatach gębowych, głównie mszyce (Aphididae) i przędziorki (Tetranychidae) (Rychlik 1979; Kropczyńska-Linkiewicz et al. 1990; Cichocka et al. 1990ab; Cichocka, Goszczyński 1991). Wiele badań wykonano nad wpływem zanieczyszczenia środowiska na roztocze występujące w glebie, zwłaszcza na mechowce (Oribatida) (Gulvik 2007; Gergócs, Hufnagel 2009). Wykazano, że roztocze te zwykle reagują zmniejszeniem liczebności pod wpływem silnych zanieczyszczeń pochodzących z różnych zakładów przemysłowych (Kaczmarek, Seniczak 1996; Klimek 2000). Szczególnie niekorzystne oddziaływanie na mechowce wykazywały metale ciężkie (Seniczak et al. 1997a, b; Klimek

2000) Również silnie zanieczyszczenie związkami siarki powodowało znaczny spadek liczebności Oribatida (Dąbrowski et al. 1996). Ważnym czynnikiem wpływającym negatywnie na mechowce okazały się także zanieczyszczenia związkami azotowymi, które w wysokich stężeniach powodowały spadek liczebności mechowców. Jednak średni poziom zanieczyszczeń związkami azotu powodował wzrost zagęszczenia tych roztoczy (Seniczak et al. 1998).

Roztocze z rodziny przędziorkowatych (Tetranychidae) są główną grupą roztoczy roślinożernych. Zasiedlają wiele gatunków drzew, ale najczęściej lipy, dęby i klony (Kielkiewicz, Van de Vrie 1990; Kropczyńska 1999). W wielu pracach wykazano liczniejsze występowanie tych roztoczy na obszarach zanieczyszczonych (np. na stanowiskach wzdłuż ulic) niż na obszarach o bardziej naturalnym charakterze, takich jak parki miejskie czy lasy (Ehler, Frankie 1979; Kropczyńska-Linkiewicz et al. 1990, Kropczyńska et al. 2002, Mackoś 2010). Roztocze te łatwo przystosowują się do nowych warunków środowiska, a także dość szybko uodporniają się na substancje chemiczne, które zarejestrowane są do ich zwalczania (Boczek 1999; Kropczyńska 1999; Attia et al. 2013). Kropczyńska i in. (1988) wykazali również, że samice przędziorka

Wpłynęło: 4.12.2015 r., zrecenzowano: 17.02.2016 r., zaakceptowano: 4.04.2016 r.

lipowca pochodzące z drzew przyulicznych składają istotnie więcej jaj niż samice tego gatunku pochodzące z naturalnych siedlisk. Jak podaje Kropczyńska (1999) dąb zasiedlać mogą gatunki z rodzajów: *Eotetranychus*, *Oligonychus*, *Schizotetranychus* i *Tetranychus*.

Dobroczyńkowate (Phytoseiidae) są bardzo ruchliwe i stale poszukują pokarmu, którym są roztocze z grup: Tetranychidae, Eriophyoidea, Tarsonemidae, Tydeidae i Acaridae oraz jaja i młode larwy owadów, pyłek i nektar roślinny a także grzybnia (Hoy, Smilanick 1981; McMurtry, Croft 1997; Kropczyńska-Linkiewicz 2001). Obserwowane jest u nich także wewnątrzgatunkowe i międzygatunkowe drapieżnictwo (Boczek 1999; Walzer et al. 1999; Boczek, Błaszak 2005). Roztocze te są niezwykle ważną grupą drapieżców przędziorków (Fiedler 2012). Dobroczyńkowate są także odporniejsze na wysoką temperaturę i niższą wilgotność niż przędziorkowate (Boczek 1999; Kropczyńska-Linkiewicz 2001). Notowane są praktycznie na wszystkich gatunkach roślin, ale częściej zasiedlają te, które na liściach mają włoski, stanowiące dla nich dobrą kryjówkę (Kropczyńska-Linkiewicz 2001; Norton et al. 2001). Dąb szypułkowy na spodniej stronie liści, szczególnie w kątach nerwów, ma liczne domacje, w których, podczas prowadzenia niniejszych badań, obserwowano ukrywające się stadia ruchome dobroczyńkowatych. Roztocze te występują zarówno w siedliskach naturalnych, jak i antropogenicznych (Kropczyńska et al. 1988; Mackoś 2010; Puchalska 2014; Puchalska et al. 2014). Wykazano, że na terenach podlegających wpływowi zanieczyszczeń (np. wzdłuż ulic w miastach, w pobliżu zakładów przemysłowych) roztocze te osiągają podobną liczebność jak w obszarach o bardziej naturalnym charakterze, takich jak zieleń osiedli mieszkaniowych czy parki miejskie (Kropczyńska-Linkiewicz et al. 1990; Sahajdak et al. 1995; Kropczyńska et al. 2002; Mackoś 2010). Dowiedziono także, że Phytoseiidae wykazują zdolność do rozwijania odporności na niektóre substancje chemiczne stosowane w ochronie roślin (Niemczyk et al. 1980; Vidal, Kreiter 1995; Bonafos et al. 2007). Na dębach mogą występować gatunki z rodzajów: *Amblyseius*, *Anthoseius*, *Euseius*, *Neoseiulus*, *Phytoseius*, *Paraseiulus*, *Thyphlodromus* (Kropczyńska-Linkiewicz 2001). W Warszawie, jak podają Cichocka i in. (1990b), na klonach, lipach i dębach dominującym gatunkiem był *Euseius finlandicus* (Oudemans 1915).

Celem niniejszych badań było porównanie średniego zagęszczenia roztoczy z rodziny Tetranychidae i ich drapieżców z rodziny Phytoseiidae zasiedlających dąb szypułkowy (*Quercus robur* L.) w zależności od środowiska. Sprawdzone także, czy obszar badawczy, rok badań oraz stanowisko badawcze mogą być czynnikiem determinującym różnice w liczebności badanych rodzin roztoczy.

2. Materiał i metody

2.1. Stanowiska badawcze

Badania prowadzono w dwóch obszarach: w zbiorowiskach leśnych Poleskiego Parku Narodowego oraz w zadrzewieniach

w strefie ochronnej Zakładów Azotowych w Puławach (na Lubelszczyźnie, w południowo-wschodniej Polsce). Obszar Poleskiego Parku Narodowego (PPN) charakteryzuje się naturalnością zbiorowisk roślinnych. Do badań wybrano cztery stanowiska reprezentujące różne typy zbiorowisk leśnych:

1. Stanowisko PPN 1 (N 51°25'24", E 23°11'48") zlokalizowane jest w zbiorowisku *Tilio-Carpinetum* przy granicy lasu i nieużytków.

2. Stanowisko PPN 2 (N 51°25'31", E 23°11'30") znajduje się pomiędzy dawnymi rowami melioracyjnymi. Dęby rosną w małym zwarciu. Za jednym z rowów znajduje się *Potentillo albae-Quercetum* z dominującym dębem bezszypułkowym (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.).

3. Stanowisko PPN 3 (N 51°25'46", E 23°11'24") usytuowane jest w zbiorowisku *Ribeso nigri-Alnetum* na styku z młodnikiem dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.).

4. Stanowisko PPN 4 (N 51°26'28" E 23°14'41") zlokalizowane jest na obrzeżu *Ribeso nigri-Alnetum*, a dęby rosną w otoczeniu brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth).

Okolice Zakładów Azotowych w Puławach to obszar poddany oddziaływaniu zanieczyszczeń powietrza, szczególnie NO₂ i pyłu zawieszzonego (tab. 1). Zbiorowiska roślinne w Puławach podlegały i podlegają nadal silnej antropopresji i mają znacznie zmieniony skład gatunkowy, a rosnące tutaj drzewa zostały nasadzone na siedliskach borowych.

W Puławach wytypowano również cztery stanowiska badawcze:

1. Stanowisko Puławy 1 (N 51°28'1", E 21°56'5") znajduje się przy szosie z Puław do Dębina. Dęby rosną w otoczeniu sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.), robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia* L.) i brzozy brodawkowatej (*B. pendula* Roth).

2. Stanowisko Puławy 2 (N 51°27'26", E 21°57'42") znajduje się 200 m od Zakładów Azotowych. Dęby rosną tu na otwartym terenie, otoczone roślinnością zielną.

3. Stanowisko Puławy 3 (N 51°27'29", E 21°57'34") zlokalizowane jest 400 m od Zakładów Azotowych. Dęby rosną wraz z robinią akacjową (*R. pseudoacacia* L.), czeremchą zwyczajną (*Prunus padus* L.), jabłonią (*Malus domestica* Borkh.) i brzozą brodawkowatą (*B. pendula* Roth).

4. Stanowisko Puławy 4 (N 51°27'59", E 21°56'3") znajduje się przy szosie z Puław do Dębina. Usytuowane jest ono w starorzeczu Wisły, po drugiej stronie szosy w stosunku do stanowiska 1. Dęby rosną w otoczeniu sosny zwyczajnej (*P. sylvestris* L.), robinii akacjowej (*R. pseudoacacia* L.) i brzozy brodawkowatej (*B. pendula* Roth).

2.2. Metody pobierania prób badawczych

W każdym z ośmiu stanowisk badawczych wyznaczono od 3 do 5 drzew w wieku 20–50 lat. Z każdego stanowiska pobierano po 10 pędów zielonych i zdrewniałych o długości około 30–40 cm każdy, a także znajdujące się na nich liście (100 sztuk). Próby były pobierane w okresach około 14-dniowych od maja do października w latach 2002–2004. Zbierano je w 28 seriach na czterech stanowiskach w Puławach oraz w 34

seriach na czterech stanowiskach w Poleskim Parku Narodowym. W laboratorium liście przeglądano pod mikroskopem stereoskopowym, a roztocze liczono i oznaczano do rodziny.

2.3. Analizy statystyczne

Analizowano średnie zagęszczenia badanych roztoczy na dębie szypułkowym z użyciem testów nieparametrycznych. Wykorzystano test Kołmogorowa-Smirnowa dla dwóch prób niezależnych, żeby sprawdzić czy zagęszczenie roztoczy różni się w zależności od obszaru badawczego na poziomie istotności $p=0,05$. Ponadto zastosowano test Kruskala-Wallisa dla wielu prób niezależnych i wielokrotne porównania dwustronne. Badano, czy zagęszczenie roztoczy różni się w zależności od stanowiska badawczego, obszaru badawczego i roku badań na poziomie istotności $p=0,05$. Określono także, czy zagęszczenie badanych stawonogów różni się w zależności od stanowiska badawczego i roku badań, przyjmując poziom istotności $p=0,01$.

3. Wyniki

Na dębie szypułkowym zebrano łącznie 8894 przedstawicieli rodziny przędziorkowatych, z czego 5621 (63,2%) – w Puławach, a 3273 (36,8%) w Poleskim Parku Narodowym. Średnie zagęszczenie przędziorków, mierzone liczbą osobników/100 liści, wynosiło w Puławach 54,05, a w Pole-

skim Parku Narodowym – 27,28 (tab. 2). Test Kołmogorowa-Smirnowa wykazał, że różnica ta była istotna statystycznie na poziomie $p<0,001$. Pierwsze osobniki przędziorków pojawiły się w Puławach w połowie maja, zasiedlając spodnią stronę blaszek liściowych i pokrywając ją przędzą, natomiast ostatnie okazy notowano w pierwszej dekadzie października. W pierwszym roku badań (2002) przędziorki wystąpiły najliczniej i ich średnie zagęszczenie wynosiło 45,89 osobników/100 liści (tab. 3). W kolejnych latach zagęszczenie tych roztoczy malało, ale nie stwierdzono różnic istotnych statystycznie (tab. 3).

Średnie zagęszczenie Tetranychidae różniło się istotnie w wyznaczonych obszarach badawczych w kolejnych latach badań na poziomie $p=0,034$. W Puławach zagęszczenie przędziorków zmniejszyło się z 81,5 w roku 2002 do 40,35 osobników/100 liści w roku 2004. Natomiast w Poleskim Parku Narodowym największe zagęszczenie odnotowano w roku 2003 (32,15 osobniki/100 liści), a najmniejsze w pierwszym roku badań (20,98 osobników/100 liści). Wykazano, że najniższe zagęszczenie odnotowane w Poleskim Parku Narodowym w roku 2002 istotnie statystycznie różniło się od dwóch średnich w Puławach w latach 2002 i 2003 (tab. 4).

Porównanie zagęszczenia Tetranychidae na wszystkich ośmiu stanowiskach badawczych pozwoliło stwierdzić istotne statystycznie różnice pomiędzy nimi na poziomie $p=0,018$ (tab. 5). Najwyższe zagęszczenie 75,88 osobników/100 liści stwierdzono na stanowisku Puławy 2, które znajduje się naj-

Tabela 1. Średnie roczne stężenie ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) głównych zanieczyszczeń powietrza w badanych obszarach w latach 2002–2004

Table 1. The average annual concentration ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) of the main air pollutants in research areas in 2002–2004

Zanieczyszczenia Pollutants	Puławy			Poleski Park Narodowy (PPN)		
	2002	2003	2004	2002	2003	2004
NO ₂	21,2	22,5	28,8	6,6	7,9	6,9
SO ₂	3,5	3,4	1,8	4,9	5,3	5,1
Pył zawieszony / Particulate matter	13,2	20,6	16,9	2,9	2,0	3,8

Źródło: Raporty Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Lublinie o stanie środowiska województwa lubelskiego w latach 2002, 2003, 2004

Source: Reports of The Regional Inspectorate for Environmental Protection in Lublin stating the condition of natural environment in Lublin Province in 2002, 2003, 2004

Tabela 2. Średnie zagęszczenie roztoczy (osobniki/100 liści) w zależności od obszaru badawczego

Table 2. Average density of mites (specimens/100 leaves) depending on the study area

Obszar badawczy Study area	Tetranychidae		Phytoseiidae	
	średnia \pm SE average \pm SE		średnia \pm SE average \pm SE	
Poleski Park Narodowy (PPN)	27,28 \pm 1,95	a	8,13 \pm 0,63	a
Puławy	54,05 \pm 7,02	b	8,27 \pm 0,80	a

Średnie w kolumnach zaznaczone innymi literami różnią się istotnie

Mean values in columns marked with different letters differ significantly

Tabela 3. Średnie zagęszczenie roztoczy (osobniki/100 liści) w zależności od roku badań
 Table 3. Average density of mites (specimens/100 leaves) depending on the year of the study

Rok badań Year of the study	Tetranychidae		Phytoseiidae	
	średnia \pm SE average \pm SE		średnia \pm SE average \pm SE	
2002	45,89 \pm 9,37	a	7,97 \pm 1,04	ab
2003	39,62 \pm 4,39	a	9,86 \pm 0,89	a
2004	34,53 \pm 4,14	a	6,80 \pm 0,66	b

Średnie w kolumnach zaznaczone innymi literami różnią się istotnie
 Mean values in columns marked with different letters differ significantly

Tabela 4. Średnie zagęszczenie roztoczy (osobniki/100 liści) w zależności od obszaru badawczego i roku badań
 Table 4. Average density of mites (specimens/100 leaves) depending on the study area and the year of the study

Obszar badawczy i rok badań Study area and year of the study	Tetranychidae		Phytoseiidae		
	średnia \pm SE average \pm SE		średnia \pm SE average \pm SE		
Poleski Park Narodowy (PPN)	2002	20,98 \pm 3,26	a	6,20 \pm 0,96	a
	2003	32,15 \pm 3,41	ab	11,58 \pm 1,39	b
	2004	28,70 \pm 3,32	ab	6,60 \pm 0,60	ab
Puławy	2002	81,50 \pm 20,67	b	10,50 \pm 2,05	ab
	2003	47,92 \pm 8,32	b	7,94 \pm 1,00	ab
	2004	40,35 \pm 7,35	ab	7,00 \pm 1,17	a

Średnie w kolumnach zaznaczone innymi literami różnią się istotnie
 Mean values in columns marked with different letters differ significantly

bliżej Zakładów Azotowych. Różniło się ono istotnie statystycznie od najniższego zagęszczenia na stanowisku PPN 4 (17,27 osobników/100 liści). Ponadto istotnie wyższe zagęszczenie od zagęszczenia na stanowisku PPN 4 stwierdzono także na stanowisku Puławy 3 (tab. 5).

Nie wykazano istotnych różnic pomiędzy zagęszczeniem Tetranychidae w kolejnych latach badań na wszystkich stanowiskach badawczych (tab. 6). Na terenie Poleskiego Parku Narodowego najniższe zagęszczenie odnotowano na stanowisku 1 w roku 2002 (8,7 osobników/100 liści), natomiast najwyższe na stanowisku 2 w roku 2004 (45,9 osobników/100 liści). W sąsiedztwie Zakładów Azotowych w Puławach roztocze te osiągały wyższe zagęszczenie na trzech stanowiskach: Puławy 1, 2 i 3. Natomiast na stanowisku Puławy 4 stwierdzono podobne zagęszczenie jak na stanowiskach w Poleskim Parku Narodowym (tab. 6).

Na badanych dębach drapieżne roztocze z rodziny dobroczynkowatych pojawiały się w połowie maja i najczęściej obserwowano je w pobliżu kolonii przedziorków. Ostatnie osobniki Phytoseiidae w Poleskim Parku Narodowym notowane były podobnie jak przedziorki w pierwszej poło-

wie października, a w Puławach nieco dłużej. W ciągu 3 lat badań zebrano 1835 przedstawicieli tej rodziny. W Puławach odnotowano 860 okazów, a w Poleskim Parku Narodowym – 975. Średnie zagęszczenie Phytoseiidae, mierzone liczbą osobników/100 liści, było zbliżone na obu obszarach, gdyż test Kolmogorowa-Smirnowa nie wykazał istotnej różnicy. W Puławach wynosiło 8,27, a w Poleskim Parku Narodowym 8,13 (tab. 2). W kolejnych latach badań średnie zagęszczenie dobroczynkowatych zmieniało się. Najwyższe było w 2003 roku (9,86 osobników/100 liści), a najniższe w 2004 (6,8 osobników/100 liści) i różnica ta była istotna statystycznie na poziomie $p=0,014$ (tab. 3).

Obszary badawcze różniły się istotnie pod względem zebranych okazów Phytoseiidae w kolejnych latach badań na poziomie $p=0,013$. Maksymalne zagęszczenie stwierdzono w roku 2003 w Poleskim Parku Narodowym, wynosiło ono 11,58 osobników/100 liści i było ono istotnie różne od średniej w Poleskim Parku Narodowym z 2002 roku oraz w Puławach z 2004 roku (tab. 4).

Zagęszczenie Phytoseiidae na wszystkich ośmiu stanowiskach badawczych nie różniło się od siebie istotnie (tab. 5).

Tabela 5. Średnie zagęszczenie roztoczy (osobniki/100 liści) w zależności od stanowiska badawczego
 Table 5. Average density of mites (specimens/100 leaves) depending on the study site

Stanowisko badawcze Study site	Tetranychidae		Phytoseiidae	
	średnia ±SE average ±SE		średnia ±SE average ±SE	
Poleski Park Narodowy PPN 1	21,30 ±3,12	ab	8,50 ±1,14	a
Poleski Park Narodowy PPN 2	36,23 ±5,11	ab	8,17 ±1,50	a
Poleski Park Narodowy PPN 3	34,30 ±3,72	ab	8,50 ±1,12	a
Poleski Park Narodowy PPN 4	17,27 ±1,98	a	7,33 ±1,04	a
Puławy 1	47,65 ±10,72	ab	7,35 ±1,87	a
Puławy 2	75,88 ±21,63	b	9,42 ±1,60	a
Puławy 3	61,50 ±12,50	b	6,96 ±1,09	a
Puławy 4	31,15 ±5,48	ab	9,35 ±1,75	a

Średnie w kolumnach zaznaczone innymi literami różnią się istotnie
 Mean values in columns marked with different letters differ significantly

Analizując zagęszczenie drapieżców z rodziny dobroczynkowatych w zależności od stanowiska i roku badań, stwierdzono, że w Puławach wahało się ono od 3,10 do 12,86 osobników/100 liści, a w Poleskim Parku Narodowym od 4,60 do 14,50 osobników/100 liści. Jednak te różnice nie były istotne statystycznie (tab. 6).

4. Dyskusja

W niniejszych badaniach zaobserwowano zależność liczebności roztoczy z rodziny Tetranychidae od obszaru badań. Stwierdzono istotnie wyższe zagęszczenie przędziorków na dębach podlegających zanieczyszczeniom powietrza w pobliżu Zakładów Azotowych w Puławach niż na drzewach rosnących w Poleskim Parku Narodowym. Zjawisko to potwierdzają wyniki innych badań, w których wykazano, że stan środowiska naturalnego wpływa na liczebność stawonogów roślinożernych. Zwykle w środowisku skażonym liczebność roślinożernych stawonogów o kłująco-ssących aparatach gębowych rośnie (Chudzicka 1979; Czechowska et al. 1979; Kropczyńska-Linkiewicz et al. 1990; Cichocka, Goszczyński 1991; Cichocka et al. 1998; Tykarska 2001; Jaśkiewicz 2006; Mackoś 2010; Lubiarsz et al. 2011; Lubiarsz, Solski 2012; Mackoś-Iwaszko 2012; Lubiarsz 2013). Jak wykazali Kropczyńska i in. (1988) większy stopień zanieczyszczenia środowiska na terenach miejskich miał pozytywny wpływ na parametry demograficzne *Eotetranychus tiliarium* (Hermann 1804). Natomiast Cichocka i in. (1990a) stwierdzili liczniejsze populacje przędziorków na drzewach przyulicznych niż w parkach miejskich i lasach. Cytowani autorzy uważają, że w warunkach zanieczyszczenia środowiska dęby i lipy mogą być zagrożone przez liczne występowanie prę-

dziorków. Sugerują nawet stosowanie, ale tylko na drzewach przyulicznych, różnych metod zwalczania tych szkodników (Cichocka et al. 1990a).

We wcześniejszych pracach (Lubiarsz, Cichocka 2005; Lubiarsz 2013) wykazano wzrost zawartości azotu w liściach badanych dębów rosnących wokół Zakładów Azotowych w porównaniu z Poleskim Parkiem Narodowym. Wzrost ten był prawdopodobną przyczyną zaobserwowanej w niniejszych badaniach wyższej liczebności przędziorków w Puławach. Podobne zjawisko obserwowała Kropczyńska-Linkiewicz (1984) na lipach w Warszawie. Również Sahajdak i in. (1995) wykazali wpływ zanieczyszczeń przemysłowych na mszyce oraz roztocze (Tetranychidae, Eriophyoidea) na jabłoni (*Malus* sp.), malinie (*Rubus* sp.), wrotyczu (*Tanacetum vulgare* L.) i bylicy (*Artemisia campestris* L.). Na badanych roślinach w pobliżu zakładów przemysłowych (Huta Warszawa, Cementownia Warszawa, Elektrociepłownia Żerań, Zakłady Azotowe w Puławach, Petrochemia w Płocku) stwierdzono znacznie wyższą liczebność mszyc, szpecieli i przędziorków niż na stanowisku kontrolnym (Sahajdak et al. 1995). Także Kielkiewicz i in. (1997) wykazali wpływ zanieczyszczeń na występowanie szpecieli na bylicy i wrotyczu w pobliżu Rafinerii Płock, Zakładów Azotowych w Puławach, Elektrociepłowni Żerań i Huty Warszawa. Na stanowiskach zlokalizowanych blisko tych zakładów przemysłowych liczebność szpecieli była kilkakrotnie wyższa niż na stanowisku kontrolnym. Wykazano również, że najwyższe zagęszczenie szpecieli osiągały w pobliżu Elektrociepłowni Żerań, gdzie w liściach bylicy stwierdzono najwyższą zawartość białek rozpuszczalnych i węglowodanów (Kielkiewicz et al. 1997).

Z badań Kropczyńskiej-Linkiewicz (1984) wynika, że liczebność dobroczynkowatych w granicach 0,1–1,0 osobnika/

Tabela 6. Średnie zagęszczenie roztoczy (osobniki/100 liści) w zależności od stanowiska i roku badawczego
 Table 6. Average density of mites (specimens/100 leaves) depending on the study site and the year of the study

Stanowisko badawcze i rok badań Study site and year of the study		Tetranychidae		Phytoseiidae	
		średnia \pm SE average \pm SE		średnia \pm SE average \pm SE	
Poleski Park Narodowy PPN 1	2002	8,70 \pm 2,46	a	4,70 \pm 1,66	a
	2003	32,50 \pm 5,70	a	14,50 \pm 3,08	a
	2004	22,70 \pm 4,85	a	6,30 \pm 0,94	a
Poleski Park Narodowy PPN 2	2002	22,00 \pm 4,47	a	4,60 \pm 1,39	a
	2003	40,80 \pm 10,22	a	13,50 \pm 3,66	a
	2004	45,90 \pm 9,60	a	6,40 \pm 1,18	a
Poleski Park Narodowy PPN 3	2002	39,60 \pm 9,20	a	7,80 \pm 2,66	a
	2003	34,90 \pm 5,03	a	10,20 \pm 1,62	a
	2004	28,40 \pm 4,07	a	7,50 \pm 1,37	a
Poleski Park Narodowy PPN 4	2002	13,60 \pm 3,45	a	7,70 \pm 1,81	a
	2003	20,40 \pm 3,77	a	8,10 \pm 2,23	a
	2004	17,80 \pm 3,05	a	6,20 \pm 1,40	a
Puławy 1	2002	77,14 \pm 31,26	a	9,14 \pm 5,37	a
	2003	53,44 \pm 11,63	a	10,67 \pm 2,87	a
	2004	21,80 \pm 10,96	a	3,10 \pm 1,33	a
Puławy 2	2002	145,57 \pm 70,75	a	12,86 \pm 4,72	a
	2003	60,44 \pm 20,46	a	8,67 \pm 1,76	a
	2004	41,00 \pm 13,09	a	7,70 \pm 2,06	a
Puławy 3	2002	64,43 \pm 21,49	a	8,00 \pm 2,45	a
	2003	56,44 \pm 22,43	a	5,78 \pm 1,28	a
	2004	64,00 \pm 22,53	a	7,30 \pm 2,07	a
Puławy 4	2002	38,86 \pm 14,24	a	12,00 \pm 4,01	a
	2003	21,33 \pm 5,74	a	6,67 \pm 1,67	a
	2004	34,60 \pm 8,96	a	9,90 \pm 3,31	a

Średnie w kolumnach zaznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie
 Mean values in columns marked with the same letter do not differ significantly

liść wystarczała, aby utrzymać populację przedziorków na liściach w mieście na niskim poziomie. Uzyskane wyniki badań pozwalają jednak stwierdzić, że na badanych dębach Phytoseiidae, pomimo iż osiągały dolną granicę zakresu liczebności podaną przez Kropczyńską-Linkiewicz (1984) nie zawsze były w stanie utrzymać populację przedziorków na niskim poziomie, szczególnie na stanowiskach usytuowanych w Puławach. Rozwój populacji Phytoseiidae nie jest tak mocno uzależniony od stopnia skażenia środowiska i warunków klimatycznych jak rozwój przedziorków (Kropczyńska-Linkiewicz 1984). Ci-

chocka i in. (1990a), także stwierdzili, że czynniki związane z urbanizacją, takie jak zanieczyszczenia powietrza i jego zapylenie, nie ograniczały występowania drapieżców z rodziny Phytoseiidae. Jednak Kropczyńska i in. (1988) wykazali, że Phytoseiidae były w stanie utrzymać populację *Eotetranychus tiliarium* pod kontrolą tylko na drzewach rosnących na stanowiskach parkowych, zaś w przyulicznych już nie. Również Sahajdak i in. (1995) zaobserwowali, że drapieżne roztocze z rodziny Phytoseiidae nie reagowały na emisje przemysłowe i osiągały podobne zagęszczenie zarówno w pobliżu zakładów

przemysłowych (Huta Warszawa, Elektrociepłownia Żerań, Zakłady Azotowe w Puławach, Petrochemia Płock), jak i na stanowisku kontrolnym. Dodatkowo w pobliżu Cementowni Warszawa stwierdzono wyższą liczebność dobroczynkowatych niż na stanowisku kontrolnym, ze względu na odnotowane tam znacznie wyższe zagęszczenia przędziorków (Sahajdak et al. 1995). Niniejsze badania potwierdzają, że stopień zanieczyszczenia środowiska nie wpływa negatywnie na liczebność populacji drapieźców z rodziny dobroczynkowatych, gdyż w obu obszarach badawczych średnie zagęszczenie tych roztoczy było na podobnym poziomie (około 8 osobników/100 liści). W poszczególnych latach badań zagęszczenie tych drapieźców przypadających na jeden liść wahało się od 0,03 do 0,12 na stanowiskach zlokalizowanych w Puławach, oraz od 0,04 do 0,14 na stanowiskach w Poleskim Parku Narodowym. W przeprowadzonych badaniach drapieżne roztocze z rodziny dobroczynkowatych towarzyszyły przędziorkom od wiosny do jesieni. Cichocka i in. (1990a) oraz Kropczyńska i in. (1988) również obserwowali te drapieżne roztocze na terenach miejskich przez cały sezon. Niekiedy zbierano je wczesną wiosną, jeszcze przed pojawieniem się przędziorków (Cichocka et al. 1990a, b).

5. Podsumowanie

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono liczne występowanie przędziorków na liściach dębów. Istotnie wyższe zagęszczenie tych roztoczy odnotowano w pobliżu Zakładów Azotowych w Puławach, natomiast niższe w Poleskim Parku Narodowym, na co być może miał wpływ wzrost zawartości azotu w liściach dębów w Puławach. Liczebność przędziorków w Poleskim Parku Narodowym była niższa niż w Puławach w każdym roku badań. Nie odnotowano jednak znaczącego wpływu lat badawczych na liczebność Tetranychidae. Roztocze drapieżne z rodziny dobroczynkowatych tworzyły podobne zagęszczenie w obu obszarach badawczych i nie stwierdzono pomiędzy obszarami istotnych statystycznie różnic. Jedynie zagęszczenie drapieźców w poszczególnych latach badawczych różniło się od siebie istotnie.

Konflikt interesów

Autor deklaruje brak potencjalnych konfliktów.

Podziękowania i źródła finansowania badań

Badania sfinansowano ze środków Instytutu Architektury Krajobrazu, Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego Jana Pawła II.

Literatura

Attia S., Grissa K.L., Lognay G., Bitume E., Hance T., Mailleux A.C. 2013. A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. *Journal of Pest Science* 86: 361–386. DOI 10.1007/s10340-013-0503-0.

- Boczek J. 1999. Zarys akarologii rolniczej. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa, 357. ISBN 9788301128333.
- Boczek J., Błaszak C. 2005. Roztocze (*Acari*) – Znaczenie w życiu i gospodarce człowieka. Wyd. SGGW, Warszawa, 267. ISBN 83-7244-588-5.
- Bonafos R., Serrano E., Auger P., Kreiter S. 2007. Resistance to deltamethrin, lambda-cyhalothrin and chlorpyrifos-ethyl in some populations of *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari: Phytoseiidae) from vineyards in the south-west of France. *Crop Protection* 26: 169–172. DOI 10.1016/j.cropro.2006.10.001.
- Chudzicka E. 1979. Wpływ struktury zieleni miejskiej na skład gatunkowy i liczebność fitofagów koron (na przykładzie *Tilia* sp.), in: Warunki rozwoju drzew i ich fauny w Warszawie. Mat. Konf. Nauk-Tech., Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, 74–83. ISBN 83-04-00193-4.
- Cichocka E., Czajkowska B., Goszczyński W., Kropczyńska-Linkiewicz D. 1990a. Ważniejsze szkodniki drzew w miastach, sposoby ograniczania ich liczebności, w: Centralny Program Badań Podstawowych: Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego. Wykorzystanie układów ekologicznych w systemie zieleni miejskiej. (red. H. Zimny). Warszawa, Wyd. SGGW-AR, 166–174.
- Cichocka E., Kropczyńska-Linkiewicz D., Czajkowska B., Goszczyński W. 1990b. Ważniejsze szkodniki drzewostanu w miastach i czynniki wpływające na ich liczebność, w: Centralny Program Badań Podstawowych: Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego. Problemy ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych. (red. E. Bernadzi). Warszawa, Wyd. SGGW-AR, 17–27.
- Cichocka E., Goszczyński W. 1991. Mszyce zasiedlające drzewa przyuliczne w Warszawie, w: Mszyce, ich bionomia, szkodliwość i wrogowie naturalni. (red. E. Cichocka, W. Goszczyński). Warszawa, PAN, 9–18.
- Cichocka E., Goszczyński W., Szybczyński K. 1998. Mszyce i ich naturalni wrogowie na klonach w Warszawie, w: Fauna miast. (red. T. Barczak, P. Indykiewicz). Bydgoszcz, Wydawnictwo Uczelniane ATR, 83–88. ISBN 83-87274-06-02.
- Czechowska W., Pisarska R., Skibińska E., Wegner E. 1979. Wpływ presji urbanizacyjnej na kompleks mszyce – afidofagi, w: Warunki rozwoju drzew i ich fauny w Warszawie. Mat. Konf. Nauk-Tech., Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, 106–115. ISBN 83-04-00193-4.
- Dąbrowski J., Seniczak S., Dąbrowska B., Lipnicki L., Paczuska B. 1996. Roztocze (Acari) nadrzewne i epifity młodników sosnowych w rejonie oddziaływania zanieczyszczeń Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego "Polchem". Zeszyty Naukowe ATR w Bydgoszczy 203 – Zootechnika 27: 115–126.
- Ehler L.E., Frankie G.W. 1979. Arthropod fauna of live oak in urban and natural stands in Texas. II. Characteristics of the mite fauna (Acari). *Journal of the Kansas Entomological Society* 52(1): 86–92.
- Fiedler Ż. 2012. Interaction between beneficial organisms in control of spider mite *Tetranychus urticae* (Koch.). *Journal of Plant Protection Research* 52(2): 226–229.
- Gergócs V., Hufnagel L. 2009. Application of Oribatid mites as indicators (review). *Applied Ecology and Environmental Research* 7(1): 79–98.
- Gulvik M.E. 2007. Mites (Acari) as indicators of soil biodiversity and land use monitoring: a review. *Polish Journal of Ecology* 55(3): 415–440.

- Hoy M.A., Smilanick J.M. 1981. Non-random prey location by the phytoseiid predator *Metaseiulus occidentalis*: differential responses to several spider mite species. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 29: 241–253. DOI 10.1111/j.1570-7458.1981.tb03065.x.
- Jaśkiewicz B. 2006. The population of aphids on selected ornamental shrubs in Lublin. *Aphids and other Hemipterous Insects* 12: 55–64.
- Kaczmarek S., Seniczak S. 1996. Bioindykacyjna wartość wybranych gatunków Gamasida (Acari) w warunkach oddziaływania zanieczyszczeń Zakładów Azotowych Włocławek. *Zeszyty Naukowe ATR w Bydgoszczy* 203 – Zootechnika 27, 93–102.
- Kielkiewicz M., Van de Vrie M. 1990. Within-leaf differences in nutritive value and defence mechanism in chrysanthemum to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Experimental and Applied Acarology* 10(1): 33–43. DOI 10.1007/BF01193971.
- Kielkiewicz M., Tomczyk A., Sahajdak A., Boczek J. 1997. Liczebność populacji szpecielei a skład chemiczny liści chwastów w przemysłowo zanieczyszczonym środowisku. *Progress in Plant Protection* 37(2): 61–64.
- Klimek A. 2000. Wpływ zanieczyszczeń emitowanych przez wybrane zakłady przemysłowe na Roztocze (Acari) glebowe młodników sosnowych, ze szczególnym uwzględnieniem mechowców (Oribatida). *Rozprawy ATR w Bydgoszczy* 99, 1–93.
- Kropczyńska D., Van de Vrie M., Tomczyk A. 1988. Bionomics of *Eotetranychus tiliarium* and its Phytoseiid Predators. *Experimental and Applied Acarology* 5(1): 65–81. DOI 10.1007/BF02053818.
- Kropczyńska-Linkiewicz D. 1984. Rola drapieżnych roztoczy (*Phytoseiidae*) jako wrogów naturalnych przędziorka lipowca (*Eotetranychus tiliarum* (Hermann)) w warunkach miejskich. Warszawa, Wyd. SGGW-AR, 67. ISBN 83-00-01861-1.
- Kropczyńska D. 1999. Klucz do oznaczania przędziorków (*Tetranychidae*) występujących na roślinach uprawnych oraz drzewach i krzewach ozdobnych, w: Diagnostyka szkodników roślin i ich wrogów naturalnych. (red. J. Boczek). Warszawa, Wyd. SGGW, 7–31. ISBN 83-7244-070-0.
- Kropczyńska-Linkiewicz D. 2001. Klucz do oznaczania drapieżnych roztoczy z rodziny dobroczynkowatych (*Acarida: Phytoseiidae*): Diagnostyka szkodników roślin i ich wrogów naturalnych. (red. J. Boczek). Warszawa, Wyd. SGGW, 7–50. ISBN 83-7244-185-5.
- Kropczyńska D., Czajkowska B., Tomczyk A., Kielkiewicz M. 2002. Mite communities on linden trees (*Tilia* sp.) in an urban environment, in: *Acarid Phylogeny and Evolution: Adaptation in Mites and Ticks* (ed. F. Bernini, R. Nannelli, G. Nuzzaci, G. de Lillo). Dordrecht-London, Kluwer Academic, 303–313. ISBN 978-90-481-5950-5.
- Kropczyńska-Linkiewicz D., Czajkowska B., Cichocka E., Goszczyński W. 1990. Owady i ich udział w środowisku, w: *Centralny Program Badań Podstawowych: Ochrona i Kształtowanie Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie układów ekologicznych w warunkach zurbanizowanych*. (red. H. Zimny). Warszawa, Wyd. SGGW-AR, 245–256.
- Lubiarsz M. 2013. Stawonogi występujące na dębie szypułkowym (*Quercus robur* L.) w lasach w pobliżu Zakładów Azotowych w Puławach i Poleskim Parku Narodowym (południowo-wschodnia Polska), w: *Rola i udział owadów w funkcjonowaniu ekosystemów leśnych*. (red. W. Ząbecki). Kraków, Uniwersytet Rolniczy, 259–270. ISBN 978-83-60633-92-2.
- Lubiarsz M., Cichocka E. 2005. Arthropods on pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Poleski National Park and in the neighbourhood of a nitrogen fertilisers' factory in Puławy (Zakłady Azotowe in Puławy). *Aphids and other Hemipterous Insects* 11: 85–94.
- Lubiarsz M., Cichocka E., Goszczyński W. 2011. Landscape type and species richness and composition of Arthropoda - Part II. Urban landscape. *Aphids and other Hemipterous Insects* 17: 39–51.
- Lubiarsz M., Solski M. 2012. Arthropods occurring on roses shrubs in Botanic Garden of Maria Curie-Skłodowska University in Lublin (southeastern Poland). *Aphids and other Hemipterous Insects* 18: 57–69.
- Mackoś E. 2010. Arthropods settling small-leaved lime tree (*Tilia cordata* Mill.) in landscape of Lublin. *Aphids and other Hemipterous Insects* 16: 49–57.
- Mackoś-Iwaszko E. 2012. Arthropods settling *Crataegus xmedia* Bechst. in the landscape of the Lublin city (south-eastern Poland). *Aphids and other Hemipterous Insects* 18: 71–82.
- McMurtry, J.A., Croft, B.A. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. *Annual Review of Entomology* 42: 291–321. DOI 10.1146/annurev.ento.42.1.291.
- Michalski J., Mazur A. 2006. Ważniejsze szkodniki, w: *Dęby *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.* (red. W. Bugała) Polska Akademia Nauk – Instytut Dendrologii. Poznań – Kórnik, 773–850. ISBN 83-60247-22-6.
- Niemczyk E., Olszak R., Miszczyk M. 1980. Występowanie owadów i roztoczy drapieżnych w sadach jabłoniowych o różnym programie opryskiwań, w: *Entomologia, intensyfikacja rolnictwa*. (red. H. Sander). PWN. Warszawa, 31–44. ISBN 83-01-00895-4.
- Norton A.P., English-Loeb G.M., Belden E. 2001. Host plant manipulation of natural enemies: leaf domatia protect beneficial mites from insect predators. *Oecologia* 126: 535–542. DOI 10.1007/s004420000556.
- Puchalska E.K. 2014. Occurrence of Spider mites (Prostigmata: Tetranychidae) and Phytoseiid mites (Mesostigmata: Phytoseiidae) as their potential enemies, on Norway spruce (*Picea abies* (L.) and its cultivars grown in ornamental plant nurseries in Poland. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 13(6): 161–172.
- Puchalska E.K., Kropczyńska-Linkiewicz D., Kaźmierczak B. 2014. Evaluation of the co-occurrence of spider mites (Acari: Tetranychidae) and phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on willows (*Salix* spp.) in nurseries and natural environments. *International Journal of Acarology* 40(7): 473–484.
- Rychlik B. 1979. Liczebność i struktura dominacyjna mszyc występujących na liściach dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w różnych typach zieleni miejskiej, w: *Warunki rozwoju drzew i ich fauny w Warszawie*. *Mat. Kon. Nauk-Tech., Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław*, 88–94. ISBN 83-04-00193-4.
- Sahajdak A., Boczek J., Cichocka E., Kropczyńska D. 1995. Liczebność mszyc i roztoczy w środowisku skażonym emisjami przemysłowymi. *Mat. XXXV Sesji Nauk. IOR, Poznań*, 129–132.
- Seniczak S., Dąbrowski J., Długosz J. 1997a. Effect of copper smelting air pollution on the mites (Acari) associated with young Scots pine forests polluted by a copper smelting works at Giogów, Poland. I. Arboreal mites. *Water, Air, and Soil Pollution* 94(1): 71–84. DOI 10.1023/A:1026427910943.
- Seniczak S., Klimek S., Gackowski G., Kaczmarek S., Zalewski W. 1997b. Effect of copper smelting air pollution on the mites (Acari) associated with young Scots pine forests polluted by a copper smelting works at Giogów, Poland. II. Soil

- Mites. *Water, Air, and Soil Pollution* 97(3): 287–302. DOI 10.1023/A:1026423702444.
- Seniczak S., Dąbrowski J., Klimek A., Kaczmarek S. 1998. Effects of air pollution produced by a nitrogen fertilizer factory on the mites (Acari) associated with young Scots pine forests in Poland. *Applied Soil Ecology* 9: 453–458. DOI 10.1016/S0929-1393(98)00104-8.
- Tykarska K. 2001. Aphids on whitethorn (*Crataegus laevigata* L.) in localities at streets and in parks of Gdańsk and Warsaw. *Aphids and other Homopterous Insects* 8: 231–237.
- Vidal C., Kreiter S. 1995. Resistance to a range of insecticides in the predaceous mite *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae): inheritance and physiological mechanisms. *Journal of Economic Entomology* 88: 1097–1105. DOI 10.1093/jee/88.5.1097.
- Walzer A., Schausberger P. 1999. Cannibalism and interspecific predation in the phytoseiid mites *Phytoseiulus persimilis* and *Neoseiulus californicus*: predation rates and effects on reproduction and juvenile development. *BioControl* 43(4): 457–468. DOI 10.1023/A:1009980401662.