

## STRESZCZENIE

Spadek liczebności owadów zapylających notowany jest od wielu lat w różnych częściach świata. Wśród istotnych przyczyn tego zjawiska wskazuje się m.in. uproszczenie struktury krajobrazu (niską różnorodność siedlisk), którego konsekwencją jest niedobór zasobów pokarmowych i/lub brak ciągłości w dostępie zapylaczy do pokarmu cukrowego i pyłkowego. W pracy postawiono weryfikowaną hipotezę, że flora spontaniczna siedlisk antropogenicznych w krajobrazie rolniczym Wyżyny Lubelskiej może dostarczać znaczących ilości pokarmu cukrowego i pyłkowego dla owadów zapylających.

W celu weryfikacji hipotezy badawczej, dokonano oceny zasobów cukrów i pyłku w kontekście przestrzennym i czasowym. Oszacowania oparto na ocenie składu florystycznego siedlisk naturalnych (las liściasty, las mieszany), półnaturalnych (łąki/pastwiska) i siedlisk antropogenicznych (zadrzewienia śródpolne, pobocza dróg, nasypy kolejowe, miedze, grunty odłogowane). Następnie określono fenologię kwitnienia wybranych gatunków roślin i zbiorowisk roślinnych oraz obliczono masę produkowanych cukrów oraz pyłku poszczególnych gatunków i siedlisk. Dodatkowo, uwzględniając dane literaturowe dotyczące fenologii kwitnienia oraz produkcji nektaru i pyłku gatunków uprawnych (rzepak ozimy, rośliny sadownicze), oszacowano całkowite zasoby pokarmu dla zapylaczy w krajobrazie rolniczym. W sposób szczegółowy przedstawiono rozkład zasobów cukrów i pyłku w sezonie wegetacyjnym oraz porównano zasoby cukrów i pyłku z wymaganiami pokarmowymi pszczoł miodnych i trzmieli.

Liczba gatunków pożytkowych we florze siedlisk antropogenicznych była równa lub wyższa niż we florze siedlisk naturalnych i półnaturalnych. Największą liczbę gatunków pożytkowych odnotowano w transektach wytyczonych na nasypach kolejowych i miedzach. Poszczególne typy i podtypy siedlisk antropogenicznych były zróżnicowane pod względem pokrycia gatunków owadopylnych i wiatropylnych. Najwyższy stopień pokrycia gatunków entomofilnych (ok. 60%) obliczono dla zadrzewień śródpolnych, nasypów kolejowych i gruntów odłogowanych. Na poboczach dróg i miedzach stwierdzono przeważający (ponad 50%) udział gatunków anemofilnych.

Masa cukrów wydzielanych w kwiatach/kwiatostanach gatunków siedlisk antropogenicznie przekształconych wahała się od 0,08 do 8,93 mg. Najwyższe ilości cukrów (>6,5 mg) stwierdzono w przypadku *Knautia arvensis*, *Cirsium arvense* i *Tussilago farfara*. Do gatunków roślin o najniższej masie produkowanych cukrów (<0,14 mg/kwiat) należały *Rorippa sylvestris*, *Lamium purpureum*, *Glechoma hederacea*, *Trifolium repens* oraz *Prunus spinosa*.

Masa produkowanego w kwiatach/kwiatostanach pyłku również istotnie różniła się pomiędzy badanymi gatunkami roślin. Najwięcej pyłku produkowały *Salix caprea*, *Papaver rhoeas* oraz *Knautia arvensis* (odpowiednio  $18,26 \pm 1,98$  mg/kwiatostan,  $7,82 \pm 0,76$  mg/kwiat i  $6,10 \pm 0,56$  mg/ kwiatostan). Do roślin najslabiej pylących ( $<0,05$  mg/kwiat) zaliczono *Acer platanoides*, a także gatunki z rodziny Fabaceae (*Trifolium repens*, *T. pratense*, *Vicia cracca*, *Medicago sativa*) oraz Lamiaceae (*L. purpureum*, *G. hederacea* i *Origanum vulgare*).

Najwyższe zasoby cukrów zanotowano w obrębie gruntów odłogowanych (średnia wydajność cukrów  $6,7 \pm 3,6$  g/m<sup>2</sup>). Najwyższą średnią masę pyłku stwierdzono w zbiorowiskach zadrzewień śródpolnych, na miedzach oraz gruntach odłogowanych (średnio 2,2-2,6 g/m<sup>2</sup>). We wszystkich typach analizowanych siedlisk antropogenicznych pożytek cukrowy i pyłkowy dostarczany był przez niewielką liczbę gatunków (6-16 w transekcje).

W krajobrazie rolniczym Wyżyny Lubelskiej oszacowana całkowita masa cukrów i pyłku wynosiła średnio odpowiednio  $985,1 \pm 591,4$  kg/km<sup>2</sup> i  $958,7 \pm 409,1$  kg/km<sup>2</sup>. Stwierdzono, że ok. 38% zasobów cukrów dostarczała flora spontaniczna siedlisk antropogenicznych. Uprawy rzepaku ozimego stanowiły ok. 33% ilości dostępnych cukrów, a roślinność leśna ok. 15%. W przypadku pyłku, duża część zasobów, tj. ok. 35%, pochodziła z upraw rzepaku ozimego, ok. 23% całkowitych zasobów pyłku było produkowanych przez florę lasów, a ok. 21%- przez gatunki występujące na łąkach/pastwiskach. Flora spontaniczna siedlisk antropogenicznych dostarczały ok. 18% całkowitej masy pyłku. Szczególnie wysoką wydajność cukrów i pyłku odnotowano w kwietniu i maju, w okresie kwitnienia gatunków leśnych, łąkowych i uprawnych (sady, rzepak). Niedobory pokarmu cukrowego dla pszczoł miodnych i trzmieli obserwowano w marcu i czerwcu. W przypadku pyłku, w marcu zidentyfikowano znaczące niedobory w stosunku do zapotrzebowania pokarmowego pszczoł miodnych. Wykazano, że od lipca do października 71-98% dostępnych cukrów i 66-99% zasobów pyłku dostarczała flora spontaniczna siedlisk antropogenicznych.

Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie siedlisk (naturalnych, półnaturalnych i antropogenicznych) jest niezbędne dla zapewnienia ciągłości dostępu pokarmu cukrowego i pyłkowego dla zapylaczy. Flora spontaniczna siedlisk antropogenicznych stanowi ważne uzupełnienie zasobów pokarmowych zapylaczy i w istotny sposób przyczynia się do łagodzenia stresu pokarmowego, zwłaszcza w okresach intensywnego rozwoju owadów zapylających.

**Słowa kluczowe: nektar; cukry; pyłek; fenologia; ochrona zapylaczy; pszczoła miodna; trzmiel**

## ABSTRACT

A decline in pollinating insect numbers has been recorded for many years in various parts of the world. The simplification of landscape structure (low habitat diversity), which results in a shortage and/or discontinuity of food resources to pollinators, is listed among the important reasons for this phenomenon. In the dissertation it is hypothesized that flora of man-made non-cropped habitats in the agricultural landscape of the Lublin Upland can provide significant amounts of nectar sugars and pollen for pollinators.

In order to verify the research hypothesis, sugar and pollen resources were assessed regarding both spatial and temporal contexts. The estimates were based on an assessment of the floristic data from natural (deciduous forests, mixed forests), semi-natural (meadows/pastures) and man-made non-cropped habitats (non-forest woody vegetation, road verges, railway embankments, field margins, fallows). Then, the flowering phenology of selected plant species and plant communities was determined, and the amounts of produced sugars and pollen were calculated for species and habitats. Basing on literature data relating to flowering phenology as well as nectar and pollen production in crop species (winter rape, orchard plants), the total food resources for pollinators in the agricultural landscape were determined. The distribution of nectar sugars and pollen during the flowering season was presented in detail, and sugars and pollen resources were compared with the food requirements of honey bees and bumble bees.

The number of entomophilous species in man-made non-cropped habitats was equal or higher than in natural and semi-natural habitats. The highest number of entomophilous species was recorded in railway embankments and field margins. The share of insect-pollinated and wind-pollinated species varied significantly among the types and subtypes of man-made non-cropped habitats. The highest cover of entomophilous species (ca. 60%) was calculated for non-forest woody vegetation, railway embankments and fallows. A predominant share (>50%) of anemophilous species was found on road verges and field margins.

The mass of sugars secreted per flower/inflorescence in species of man-made non-cropped habitats ranged from 0.08 to 8.93 mg. The highest amounts of sugars (>6.5 mg) were found in *Knautia arvensis*, *Cirsium arvense* and *Tussilago farfara*. Plant species with the lowest mass of sugars produced per flower/inflorescence (<0.14 mg) included: *Rorippa sylvestris*, *Lamium purpureum*, *Glechoma hederacea*, *Trifolium repens* and *Prunus spinosa*.

The mass of pollen produced per flower/inflorescence also differed significantly among the plant species studied. *Salix caprea*, *Papaver rhoeas* and *Knautia arvensis* produced the highest amounts of pollen ( $18.26 \pm 1.98$  mg/inflorescence,  $7.82 \pm 0.76$  mg/flower

and  $6.10 \pm 0.56$  mg/inflorescence, respectively). The species with lowest pollen production ( $<0.05$  mg/flower) included *Acer platanoides*, as well as representatives from Fabaceae (*Trifolium repens*, *T. pratense*, *Vicia cracca*, *Medicago sativa*) and Lamiaceae (*L. purpureum*, *G. hederacea* and *Origanum vulgare*).

The highest average sugar yield was estimated for fallows ( $6.7 \pm 3.6$  g/m<sup>2</sup>). The highest average pollen mass was produced in non-forest woody vegetation, field margins and fallows (average 2.2-2.6 g/m<sup>2</sup>). In all the types of man-made non-cropped habitats analyzed, sugars and pollen were largely provided by only a small number of species (6-16 per transect).

In the agricultural landscape of the Lublin Upland, the estimated total mass of sugars and pollen averaged  $985.1 \pm 591.4$  kg/km<sup>2</sup> and  $958.7 \pm 409.1$  kg/km<sup>2</sup>, respectively. It was found that a significant part (about 38%) of the sugar resources was provided by the flora of man-made non-cropped habitats, followed by winter rape crops (about 33%) and forest vegetation (15%). In the case of pollen, a large part of the resources, i.e. about 35%, came from winter rape crops, about 23% of the total pollen resources were produced by forest flora, and about 21% - by species found in meadows/pastures. Man-made non-cropped habitats provided about 18% of the total pollen mass. Especially high yields of sugars and pollen were recorded in April and May, during the flowering period of forest, meadows/pastures and cultivated species (orchards, winter rape crops). Shortages of sugar resources for honey bees and bumble bees were observed in March and June. In the case of pollen, significant shortages were identified in March compared to the nutritional requirements of honey bees. It was shown that from July to October, 71-98% of available sugars and 66-99% of pollen came from man-made non-cropped habitats.

Spatial and temporal variation of habitats (natural, semi-natural and man-made) is essential to ensure the continuity of sugars and pollen resources for pollinators. Flora of man-made non-cropped habitats is an important supplement to pollinator food resources and makes an important contribution to alleviating food stress, especially during periods of intense development of pollinating insects.

**key words: nectar; sugars; pollen; phenology; pollinator conservation; honey bee; bumble bees**