

Received: 20.12.2021 / Accepted: 04.03.2022

ARTYKUŁ ORYGINALNY

## Ocena wschodów miotły zbożowej (*Apera spica-venti*) w zależności od wieku diaspor i miejsca występowania

## Assessment of loose silky-bent (*Apera spica-venti*) emergence depending on diaspores age and location of appearance

Agnieszka Lejman<sup>A\*</sup>, Danuta Parylak<sup>B</sup>

### Streszczenie

W latach 2019–2020 przeprowadzono doświadczenia doniczkowe w celu oceny dynamiki wschodów *Apera spica-venti* pochodzących głównie z łanów zbóż ozimych z różnych upraw rolniczych, głównie pszenicy ozimej, żyta ozimego, rzepaku ozimego oraz odznaczających się różnym wiekiem (ziarniki świeże oraz 1-, 2-, 3-, 4-letnie). Badania prowadzono w Stacji Badawczo-Dydaktycznej w Swojczycach Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Liczba i dynamika wschodów *A. spica-venti* z ziarniaków w roku zbioru zależała istotnie od miejsca występowania. Wschody *A. spica-venti* były istotnie zmienne w zależności od wieku diaspor oraz stanowiska. Najliczniej wschodziły rośliny z 3-letnich ziarniaków. Wschody siewek z ziarniaków 2- i 4-letnich były zbliżone.

**Słowa kluczowe:** *Apera spica-venti*, wschody, ziarniki, dynamika wschodów

### Abstract

In 2019–2020, pot experiments were conducted to evaluate the dynamics of emergence of *Apera spica-venti* mainly from winter cereal crops of different agricultural crops, mainly winter wheat, winter rye, winter rape, and characterised by different ages (fresh and 1-, 2-, 3-, and 4-year-old diaspores). The research was conducted at the Research and Training Station Swojczyce at the University of Life Sciences in Wrocław. The number and dynamics of *A. spica-venti* emergence from diaspores in the year of harvest significantly depended on the harvest site. The emergence of *A. spica-venti* were significantly variable depending on the age of the diaspores and the harvest site. Plants from 3-year-old diaspores emerged most numerous. The emergence of seedlings from 2- and 4-year-old diaspores were similar.

**Key words:** *Apera spica-venti*, emergence, diaspores, dynamics of emergence

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
pl. Grunwaldzki 24A, 50-363 Wrocław

\*corresponding author: agnieszka.lejman@upwr.edu.pl

ORCID: <sup>A</sup>0000-0002-3885-3725, <sup>B</sup>0000-0003-1105-4904

## Wstęp / Introduction

*Apera spica-venti* to chwast stanowiący zagrożenie dla wyrównanych i wysokich plonów roślin uprawnych, zwłaszcza pszenicy ozimej (Parylak 1997; Chomas i Kells 2001). Wschody tego chwastu notuje się jesienią (Vanaga i wsp. 2010; Małecka-Jankowiak i wsp. 2015) i wiosną, jednakże jesienią są one liczniejsze (Kwiecińska-Poppe 2006). Dotychczas badania nad *A. spica-venti* skupione były głównie nad efektywną regulacją chemiczną oraz odpornością na wybrane substancje czynne herbicydów (Adamczewski 2009; Adamczewski i wsp. 2019; Auškalnienė i wsp. 2020; Synowiec i wsp. 2021). *Apera spica-venti* odznacza się dużą plennością (Soukup i wsp. 2006; Gerhards i Massa 2011). Możliwa liczba diaspor wytwarzana przez roślinę to od 1000 do 16 000 sztuk (Melander 1993; Soukup i wsp. 2006; Gerhards i Massa 2011). Doniesienia dotyczące żywotności ziarniaków są natomiast sprzeczne. W opinii Holznera i wsp. (1982) ich przeżywalność w glebie to 1–2 lata, według Kocha i Hurla (1978) 1–4 lata, zdaniem Korsmo (1930) i Zemanek (1980) (za Wawrick i wsp. 1985) to 7 lat, a zdaniem Kukowskiego (1977) 5–7 lat. Z kolei według Hanelt (1977) ziarniaki przechowywane w temperaturze pokojowej mogą zachować żywotność nawet po 11 latach.

W opinii autorów długowieczność nasion chwastów uzależniona jest od ich zdolności do zapadania w spoczynek, który warunkowany jest genetycznie (Bochenek 1998; Sekutowski i Rola 2009; Gniazdowska i wsp. 2013), a rozpoczęcie kiełkowania często związane jest z wystąpieniem czynników wpływających na jego stymulowanie, takich jak np. światło, temperatura, zawartość etylenu (Bochenek 2000). W opinii Testera i Morrisa (1987) kiełkowanie i wschody modyfikują również głębokość zalegania nasion oraz miejsce, gdzie rosła roślina mateczna. Odmienne zdania co do wpływu głębokości zalegania na kiełkowanie ma Aldrich (1997), który uważa że głębokość umieszczenia nasion w glebie ma niewielki wpływ na sam proces kiełkowania, a jedynie oddziałuje na czynniki stymulujące kiełkowanie. Zdaniem Bochenek (1998) oraz Bochenek i wsp. (2009) czynniki środowiskowe mogą wpływać na modyfikację okrywy nasiennej, tym samym wpływać na długość spoczynku nasion. Jednak jak wskazuje Chwedorzewska i Puchalski (2004) należy pamiętać, że nasiona od dojrzałości woskowej do kiełkowania, niezależnie od sposobu przechowywania, cały czas ulegają procesowi starzenia. Dobrzański (2011) sugeruje, że wszelkie rozbieżności w uzyskiwanych danych odnośnie kiełkowania nasion i wschodów siewek mogą wynikać z faktu, iż nasiona wraz z wiekiem zaczynają inaczej reagować na światło. Ponadto Pawlonka i wsp. (2007) oraz Krawczyk i wsp. (2008) wykazali istotny wpływ sposobu uprawy roli na wschody *A. spica-venti*. Autorzy ci notowali największe wschody chwastu po uprawie pluznej. Dodatkowo, Krawczyk i wsp. (2008) stwierdzili malejącą liczbę wschodów *A. spica-venti* wraz z upraszczaniem uprawy roli.

Celem badań była ocena wschodów *A. spica-venti* z ziarniaków odznaczających się zróżnicowanym wiekiem (ziarniaki 1-, 2-, 3-, 4-letnie oraz w roku zbioru) oraz pochodzących z różnych upraw, głównie zbóż ozimych i miejscowości.

## Materiały i metody / Materials and methods

Ścisłe doświadczenie doniczkowe przeprowadzono w latach 2019 i 2020 w hali wegetacyjnej Stacji Badawczo-Dydaktycznej w Swojczycach należącej do Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Doświadczenie założono metodą serii niezależnych w 4 powtórzeniach. Diaspory użyte do wysiewu odznaczały się zróżnicowanym pochodzeniem oraz wiekiem (tab. 1). Ziarniaki zbierane były w fazie dojrzałości pełnej z pięciu stanowisk w różnych miejscowościach w latach 2016, 2017, 2019, 2020. Przez cały okres przechowywane były w temperaturze pokojowej, w papierowych torebkach. Diaspory *A. spica-venti* wysiewano po 50 sztuk do doniczek o wymiarach 76 × 76 × 70 × 55 mm, o pojemności 0,3 l, wypełnionych glebą, będącą mieszką gleby ogrodniczej, piasku i gleby należącej do rzędu gleb brunatnoziemnych typu mada brunatna, zaliczanej do kompleksu pszennego dobrego, w stosunku 2 : 1 : 1. Przez cały okres doświadczalny wilgotność gleby utrzymywano na poziomie 60% polowej pojemności wodnej.

W roku 2019 obserwacjom poddano ziarniaki z lat 2019, 2017, 2016, a w roku 2020 dodatkowo z roku 2020. Liczbę wzeszłych siewek określano po 5, 10, 15, 20 dniach, pozostawiając je w doniczkach.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą analizy wariancji (ANOVA), korzystając z oprogramowania Statistica 13.3 Software, TIBCO, U.S.A. Do porównania średnich różnic zastosowano test Tukey'a przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

## Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Wykazano istotną zmienność wschodów *A. spica-venti* wysianych w roku zbioru ziarniaków w zależności od miejsca pochodzenia (tab. 2). W 2019 roku po 20 dniach od siewu wschody wynosiły od 17,0 do 59,5%, a w sezonie 2020 od 30,0 do 57,0%. W każdym roku stwierdzono istotne różnice w obrębie badanych stanowisk. W roku 2019 najliczniej wzeszła miotła zbożowa z ziarniaków zebranych w tym samym roku w stanowisku D. Wschody siewek pochodzących z diaspor z pozostałych stanowisk były istotnie mniej liczne niż ze stanowiska D. Z kolei w roku 2020 miejsce zbioru ziarniaków nie różnicowało tak bardzo wschodów. Istotnie liczniej wzeszła miotła zbożowa z ziarniaków pochodzących ze stanowiska C, a istotnie gorzej z ziarniaków z innych miejscowości. Wyjątkowo mało wschodów, w obu

**Tabela 1.** Położenie geograficzne miejsc zbioru *Apera spica-venti*  
**Table 1.** Geographical location of the *Apera spica-venti* collection sites

Miejsce zbioru Harvest site	Lokalizacja stanowisk Geographical location	Lata – Years			
		2016	2017	2019	2020
		uprawa – crop	uprawa – crop	uprawa – crop	uprawa – crop
A – Wrocław	51° 11 N, 17° 14 E	x	–	x	x
		pszenica ozima winter wheat		pszenica ozima winter wheat	jęczmień jary spring barley
B – Głuchów Dolny	51° 28 N, 17,°12 E	x	–	x	x
		pszenica ozima winter wheat		pszenica ozima winter wheat	pszenica ozima winter wheat
C – Sucha Wielka	51° 32 N, 17,° 16 E	–	x rzepak ozimy winter rape	x pszenica ozima winter wheat	x rzepak ozimy winter rape
D – Wrocław	51° 11 N, 17° 14 E	–	x żyto ozime winter rye	x żyto ozime winter rye	x żyto ozime winter rye
E – Wrocław	51° 11 N, 17° 14 E	–	x	x	x
			pszenica ozima winter wheat	pszenica ozima winter wheat	jęczmień jary spring barley

**Tabela 2.** Wschody *Apera spica-venti* po 20 dniach [%] w roku zbioru

**Table 2.** Emergence of *Apera spica-venti* at 20 days [%] in the year of collection

Miejsce zbioru Harvest site	Rok – Year	
	2019	2020
A	40,0 <sup>bc</sup> <sub>a</sub>	39,5 <sup>a</sup> <sub>a</sub>
B	46,5 <sup>c</sup> <sub>a</sub>	41,5 <sup>ab</sup> <sub>a</sub>
C	32,0 <sup>b</sup> <sub>a</sub>	57,0 <sup>b</sup> <sub>b</sub>
D	59,5 <sup>d</sup> <sub>b</sub>	30,0 <sup>a</sup> <sub>a</sub>
E	17,0 <sup>a</sup> <sub>a</sub>	37,0 <sup>a</sup> <sub>b</sub>

Indeks górny istotność w zależności od miejsca zbioru diaspor – Top index significance by harvest site of diaspor

Indeks dolny istotność między latami obserwacji – Bottom index significance between years of observation

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie na poziomie  $\alpha = 0,05$  zgodnie z testem HSD Tukey'a – Means followed by the same letter are not statistically different at  $\alpha = 0.05$  according to Tukey's HSD test

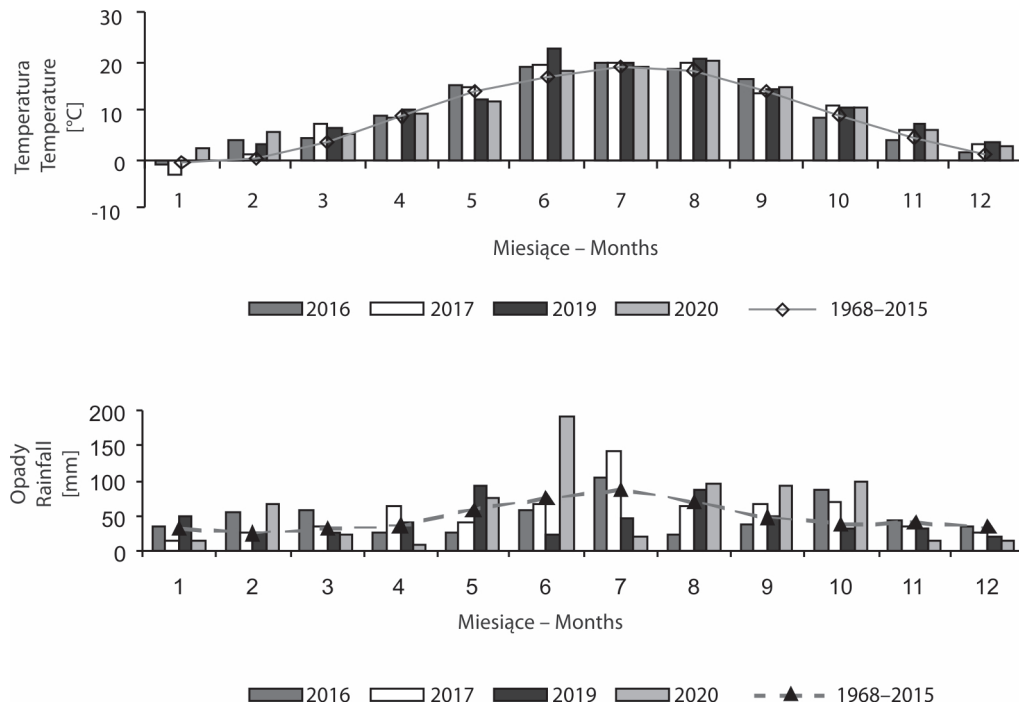
latach badań, odnotowano dla stanowiska E, odpowiednio w zależności od roku obserwacji 17 i 37%.

Prawdopodobnie różnice we wschodach siewek w zależności od roku wynikają z przebiegu pogody w czerwcu, w okresie dojrzewania ziarniaków chwastu (rys. 1). Średnia temperatura w tym okresie była w roku 2019 o 4,7°C wyższa niż w roku 2020, a suma opadów o 168 mm niższa w porównaniu do roku 2020. Także zróżnicowanie wschodów miotły z ziarniaków pochodzących z innych miejscowości mogło być spowodowane przebiegiem pogody w końcowych fazach rozwoju ziarniaków na roślinie macierzystej, co potwierdza Kukowski (1978).

Zależność wschodów od miejsca dojrzewania ziarniaków została potwierdzona także poprzez pomiary dynamiki wschodów siewek *A. spica-venti* w roku zbioru ziarniaków (rys. 2). Pierwsze wschody obserwowano dopiero powyżej 5 dni. W roku 2019 największa różnica pomiędzy średnią liczbą siewek wynosiła po 10 dniach – 22,5 punktów procentowych, po 15 dniach – 37,0 oraz po 20 dniach – 42,5. Przez cały okres obserwacji, najniższymi wschodami odznaczały się ziarniaki pochodzące ze stanowiska E i wynosiły one odpowiednio 6,5%, 14% i 17%. Największą zaś liczbę siewek stwierdzono z diaspor pochodzących ze stanowiska D (29,0%, 51,0% i 59,5% odpowiednio w dniach obserwacji). W 2020 roku przebieg wschodów w zależności od miejsca zbioru diaspor nie był już tak jednoznaczny. Największe różnice w 10., 15. i 20. dniu w zależności od stanowiska wynosiły odpowiednio 18,5, 26,5 oraz 27 punktów procentowych.

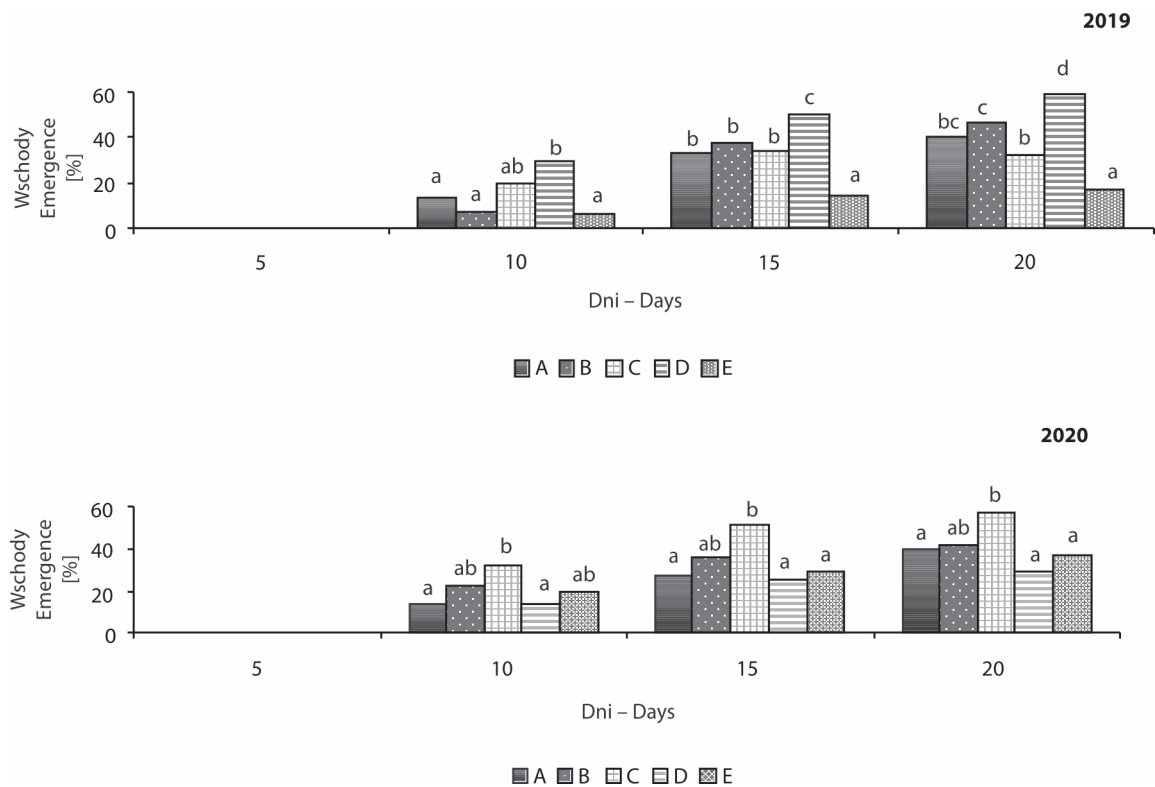
Wykazano istotny wpływ wieku ziarniaków *A. spica-venti* na wschody (rys. 3).

Najliczniej wschodziła miotła zbożowa z diaspor 3-letnich (w 52,9%). Istotnie mniejszymi wschodami charakteryzowały się ziarniaki jednoroczne (42,1%). Wschody z diaspor czteroletnich były zbliżone do wschodów z ziarniaków dwuletnich. Sprzeczne jest to z doniesieniami autorów określających żywotność diaspor na 1–2 lata (Holzner i wsp. 1982). Ziarniaki *A. spica-venti* zaliczane są do grupy nasion typu orthodox, u których dłuższe utrzymywanie żywotności może się wiązać z naturalną cechą, jaką jest tolerancja na niską zawartość wody w ziarniakach (Royal Botanic Gardens Kew. 2021). Najmniej licznie wschodziła miotła zbożowa z diaspor jednorocznych (42,1%).



**Rys. 1.** Średnie miesięczne temperatury powietrza i sumy opadów w latach 2016, 2017, 2019, 2020 oraz z wielolecia 1968–2015 w Stacji Badawczo-Dydaktycznej w Swojczycach

**Fig. 1.** Monthly average air temperatures and sum of rainfall in 2016, 2017, 2019, 2020 and from the multi-year period 1968–2015 at Research and Training Station Swojczyce



Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie na poziomie  $\alpha = 0,05$  zgodnie z testem HSD Tukeya  
Means followed by the same letter are not statistically different at  $\alpha = 0.05$  according to Tukey's HSD test

**Rys. 2.** Dynamika wschodów *Apera spica-venti* z ziarniaków zbieranych w latach 2019 i 2020 w zależności od miejsca zbioru

**Fig. 2.** Dynamics of emergence of *Apera spica-venti* from diaspores harvested in years 2019 and 2020 depending on the harvest site

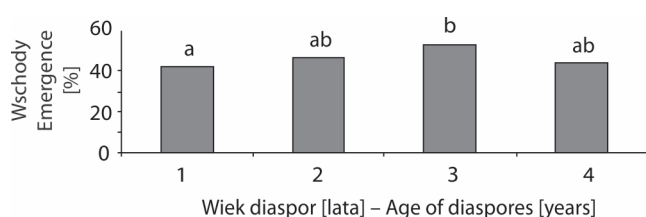
**Tabela 3.** Wschody *Apera spica-venti* w zależności od wieku diaspor i miejsca zbioru [%]**Table 3.** Emergence of *Apera spica-venti* depending on the age of the diaspores and harvest site [%]

Miejsce zbioru Harvest site	Wiek diaspor [lata] Age of diaspores [years]			
	1	2	3	4
A	45,5 <sup>a</sup> <sub>bc</sub>	–	41,0 <sup>a</sup> <sub>a</sub>	40,0 <sup>a</sup> <sub>a</sub>
B	52,0 <sup>a</sup> <sub>cd</sub>	–	54,0 <sup>a</sup> <sub>ab</sub>	48,5 <sup>a</sup> <sub>a</sub>
C	34,0 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	41,5 <sup>a</sup> <sub>a</sub>	54,5 <sup>b</sup> <sub>ab</sub>	–
D	62,0 <sup>a</sup> <sub>d</sub>	50,0 <sup>a</sup> <sub>a</sub>	50,0 <sup>a</sup> <sub>ab</sub>	–
E	17,0 <sup>a</sup> <sub>a</sub>	48,5 <sup>b</sup> <sub>a</sub>	65,0 <sup>c</sup> <sub>b</sub>	–

Indeks górny istotność w zależności od lat diaspor dla danego miejsca zbioru – Top index significance by years of diaspores depending on the harvest site

Indeks dolny istotność w zależności od miejsca zbioru – Bottom index significance by harvest site

Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie na poziomie  $\alpha = 0,05$  zgodnie z testem HSD Tukeya – Means followed by the same letter are not statistically different at  $\alpha = 0.05$  according to Tukey's HSD test



Średnie oznaczone tą samą literą nie różnią się statystycznie na poziomie  $\alpha = 0,05$  zgodnie z testem HSD Tukeya

Means followed by the same letter are not statistically different at  $\alpha = 0.05$  according to Tukey's HSD test

**Rys. 3.** Wschody *Apera spica-venti* po 20 dniach w zależności od wieku diaspor

**Fig. 3.** Emergence of *Apera spica-venti* after 20 days depending of diaspores age

Wykazano ponadto istotną zmienność wschodów zarówno w zależności od wieku ziarniaków, jak i od miejsca występowania (tab. 3).

W przypadku stanowisk C i E wraz z wiekiem ziarniaków notowano zdecydowanie rosnącą liczbę siewek. Jak wskazują Chwedorzewska i Puchalski (2004) nasiona tego samego gatunku, przechowywane w taki sam sposób, ale

pochodzące z różnych siedlisk, mogą różnić się długowiecznością. W przypadku ziarniaków z pozostałych lokalizacji, ich wschody mimo upływu kolejnych lat, utrzymywały się na zbliżonym poziomie.

## Wnioski / Conclusions

1. Liczba i dynamika wschodów *A. spica-venti* z ziarniaków w roku zbioru istotnie zależała od miejsca występowania.
2. Wschody *A. spica-venti* były istotnie zmienne w zależności od wieku diaspor oraz stanowiska występowania roślin.
3. Najliczniej wschodziły rośliny z 3-letnich ziarniaków. Wschody siewek z ziarniaków 2- i 4-letnich były zbliżone.

## Finansowanie / Funding

Praca finansowana przez Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu z projektu badawczego o numerze N060/0009/20 w ramach programu „Innowacyjny Naukowiec”.

## Literatura / References

- Adamczewski K. 2009. Wpływ sześcioletniego stosowania herbicydów na uodpornienie się miotły zbożowej (*Apera spica-venti* (L.) P.B.) na preparaty sulfonylomocznikowe. [Effect of six-year herbicide application on resistance of windgrass to sulfonilurea formulations]. *Fragmenta Agronomica* 26 (2): 7–15.
- Adamczewski K., Matysiak K., Kierzek R., Kaczmarek S. 2019. Significant increase of weed resistance to herbicides in Poland. *Journal of Plant Protection Research* 59 (2): 139–150. DOI: 10.24425/jppr.2019.129293
- Aldrich R.J. 1997. Ekologia chwastów w roślinach uprawnych. Podstawy zwalczania chwastów. Towarzystwo Chemii i Inżynierii Ekologicznej, Opole, 461 ss.
- Auškalnienė O., Kadžienė G., Stefanovičienė R., Jomantaitė B. 2020. Development of herbicides resistance in *Apera spica-venti* in Lithuania. *Zemdirbyste-Agriculture* 107 (2): 99–104. DOI: 10.13080/z-a. 2020.107.013
- Bochenek A. 1998. Ekofizjologiczne uwarunkowania dynamiki glebowego banku nasion chwastów. [Ecophysiological determinants of the dynamics of weed seed soil bank]. *Postępy Nauk Rolniczych* 6/98: 83–100.
- Bochenek A. 2000. Wpływ czynników biotycznych i zabiegów uprawowych na glebowy bank nasion chwastów. [Impact of biotic factors and cultivation treatment on weed seed bank in the soil]. *Postępy Nauk Rolniczych* 47 (2): 19–29.

- Bochenek A., Gołaszewski J., Giełwanowska I. 2009. Współczesne poglądy na pojęcie spoczynku nasion. [Current views on the concept of seed dormancy]. *Postępy Nauk Rolniczych* 61 (3–4): 127–136.
- Chomas A., Kells J. 2001. Common windgrass (*Apera spica-venti*) control in winter wheat (*Triticum aestivum*). *Weed Technology* 15 (1): 7–12. DOI: 10.1614/0890-037X(2001)015[0007:CWASVC]2.0.CO;2
- Chwedorzewska K.J., Puchalski J. 2004. Morfologiczne, cytologiczne i biochemiczne aspekty długotrwałego przechowywania nasion typu „orthodox”. [Morphological, cytological and biochemical aspects of long-term storage of orthodox seed]. *Postępy Nauk Rolniczych* 51 (6): 3–15.
- Dobrzański A. 2011. Reakcja nasion chwastów segetalnych na uprawę roli wykonywaną nocą. [Segetal weed seeds response to night – time soil tillage]. *Postępy Nauk Rolniczych* 2/2011: 9–19.
- Gerhards R., Massa D. 2011. Two-year investigations on herbicide-resistant silky bent grass (*Apera spica-venti* L. Beauv.) populations in winter wheat-population dynamics, yield losses, control efficacy and introgression into sensitive population. *Gesunde Pflanzen* 63 (2): 75–82. DOI: 10.1007/s10343-011-0243-0
- Gniazdowska A., Budnicka K., Krasuska U. 2013. Regulacja spoczynku i kiełkowania nasion – czynniki endogenne i oddziaływania środowiskowe. s. 4–38. W: *Różnorodność biologiczna – od komórki do ekosystemu. Rośliny i grzyby w zmieniających się warunkach środowiska* (I. Ciereszko, A. Bajguz, red.). Polskie Towarzystwo Botaniczne, Oddział w Białymstoku, 333 ss. ISBN 978-83-62069-37-8.
- Hanelt V.P. 1977. Ökologische und systematische Aspekte der Lebensdauer von Samen. *Biologische Rundschau* 15: 81–91.
- Holzner W., Hayashi I., Glauninger J. 1982. Reproductive strategy of annual agrestals. s. 111–121. W: *Biology and ecology of weeds* (W. Holzner, M. Numata, red.). The Hague, W. Junk, Kluwer Academic, 461 ss. ISBN 978-906-193-68-24.
- Koch W., Hurlle K. 1978. *Grundlagen der Unkrautbekämpfung*. UTB Verlag, Stuttgart, 207 ss. ISBN 978-380-012-43-43.
- Korsmo E. 1930. *Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 581 ss. ISBN 978-3-662-35472-8. DOI: 10.1007/978-3-662-36300-3
- Krawczyk R., Kubsik K., Mrówczyński M., Kaczmarek S. 2008. Glebowy bank diaspor chwastów w warunkach zmienności glebowej i różnych systemów uprawy roli. [Effect of soil variation and soil tillage systems on soil weed seedbank]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 48 (1): 276–280.
- Kukowski T. 1977. *Metody zwalczania miotły zbożowej w uprawie zbóż i rzepaku ozimego*. Monografia. Puławy, 14 ss.
- Kukowski T. 1978. *Badania nad ekologią i zwalczaniem miotły zbożowej (Apera spica-venti (L.) P.B.) w pszenicy ozimej*. PWN. Prace Opolskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, 102 ss.
- Kwiecińska-Poppe E. 2006. Plenność wybranych gatunków chwastów segetalnych na ciężkiej rdzynie czarnoziemnej. [Seed production of some segetal weed species on heavy chernozem rendzina]. *Acta Agrophysica* 8 (2): 441–448.
- Małecka-Jankowiak I., Blecharczyk A., Sawinska Z., Piechota T., Waniorek B. 2015. Wpływ następstwa roślin i systemu uprawy roli na zachwaszczenie pszenicy ozimej. [Impact of crop sequence and tillage system on weed infestation of winter wheat]. *Fragmenta Agronomica* 32 (3): 54–63.
- Melander B. 1993. Population dynamics of *Apera spica-venti* as influenced by cultural methods. s. 107–112. Brighton Crop Protection Conference – Weeds. Proceedings of an International Conference, Brighton, UK, 22–25 November 1993, Farnham, UK. British Crop Protection Council (BCPC). ISBN 0-948404-71-X.
- Parylak D. 1997. Konkurencyjność *Apera spica-venti*, *Stellaria media* i *Viola arvensis* wobec pszenżyta ozimego w pobieraniu składników pokarmowych. [Competition between *Apera spica-venti*, *Stellaria media*, *Viola arvensis* and winter triticale for nutrient uptake]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 37 (2): 177–180.
- Pawlonka Z., Skrzyczyńska J., Ługowska M. 2007. Wpływ sposobów uprawy gleby i poziomu nawożenia azotem na wschody i rozwój chwastów w pszenżycie ozimym. [Influence of tillage methods and nitrogen fertilisation on weed emergence and development in winter triticale]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 6 (3): 49–57.
- Royal Botanic Gardens Kew. 2021. Seed Information Database (SID). Version 7.1. Available from: <http://data.kew.org/sid/> (October 2021).
- Sekutowski T., Rola H. 2009. Glebowy bank nasion jako niewyczerpalne źródło diaspor chwastów. *Studia i Raporty IUNG – PIB* 18: 137–150.
- Soukup J., Nováková K., Hamouz P., Náměstek J. 2006. Ecology of silky bent grass (*Apera spica-venti* (L.) Beauv.), its importance and control in the Czech Republic. *Journal of Plant Diseases and Protection / Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Special Issue / Sonderheft* 20: 73–80.
- Synowiec A., Jop B., Domaradzki K., Podsiadło C., Gawęda D., Waclawowicz R., Wenda-Piesik A., Nowakowski M.M., Bocianowski J., Marcinkowska K., Praczyk T. 2021. Environmental factors effects on winter wheat competition with herbicide-resistant or susceptible silky bentgrass (*Apera spica-venti* L.) in Poland. *Agronomy* 11 (5): 871. DOI: 10.3390/agronomy11050871
- Tester M., Morris C. 1987. The penetration of light through soil. *Plant, Cell and Environment* 10 (4): 281–286. DOI: 10.1111/j.1365-3040.1987.tb01607.x
- Vanaga I., Mintale Z., Smirnova O. 2010. Control possibilities of *Apera spica-venti* (L.) P. Beauv. in winter wheat with autumn and spring applications of herbicides in Latvia. *Agronomy Research* 8, Special Issue II: 493–498.
- Warwick S.I., Black L.D., Zilkey B.F. 1985. Biology of Canadian weeds.: 72. *Apera spica-venti*. *Canadian Journal of Plant Science* 65 (3): 711–721. DOI: 10.4141/cjps85-091
- Zemanek J. 1980. The control of silky bent and dicotyledonous weeds in cereal crops. *Wheat documenta*. Ciba-Geigy, Ltd. Basle, Switzerland: 46–49.