



Zakład Produkcji Roślinnej, Uniwersytet Rzeszowski,  
ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, Polska  
e-mail: [wjarecki@ur.edu.pl](mailto:wjarecki@ur.edu.pl)

WACŁAW JARECKI 

## Wielkość i jakość plonu niełupek słonecznika w zależności od typu odmiany

---

Size and quality of sunflower achene yield depending  
on cultivar type

**Streszczenie.** Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2021 i 2022 w gospodarstwie indywidualnym w miejscowości Szówsko, województwo podkarpackie. Celem badań było porównanie wielkości i jakości plonów wybranych odmian słonecznika: klasyczne, odporne na tribenuron metylu, odporne na imazamoks. Wykazano, że najwyższe rośliny wykształciła odmiana MAS 83.SU, a najniższe odmiana ES Agora. Najwięcej niełupek zawierały koszyczki odmiany Elsasun IR i Jonasun IR, a najwyższą MTN odznaczyły się odmiany ES Agora, MAS 83.SU, ES Boston SU, MAS 920.CP. Spośród badanych odmian najwyżej plonowały Elsasun IR (3,36 t·ha<sup>-1</sup>), MAS 83.SU (3,54 t·ha<sup>-1</sup>) i Jonasun IR (3,52 t·ha<sup>-1</sup>), natomiast najniżej plonowała odmiana Helesun SU (2,57 t·ha<sup>-1</sup>). Wysoką zawartością tłuszczu w niełupkach odznaczyły się odmiany Sulfonor, Helesun SU, Florasun i Jonasun IR. Z kolei najwyższą zawartość białka oznaczono w niełupkach odmiany Helesun SU, ES Boston SU i MAS 920.CP. Najwyższy plon tłuszczu wydały odmiany Jonasun IR, Elsasun IR i MAS 83.SU, a plon białka odmiana ES Boston SU. Susza od maja do sierpnia w 2022 r. ograniczała wzrost roślin i skutkowała niższym plonem oraz mniejszą zawartością tłuszczu, a większą zawartością białka w niełupkach.

**Słowa kluczowe:** plon, odmiana, *Helianthus annuus* L., skład chemiczny, substancja aktywna

### WSTĘP

Słonecznik uprawiany jest jako roślina oleista, pastewna, jadalna lub ozdobna [Jajor i in. 2012, Zanetti i in. 2013]. Wysiewany jest w cieplejszym klimacie, ale wskazuje się, że jego uprawa może zostać przesunięta w rejony północne. Wprowadzenie słonecznika do zmianowania przynosi wiele korzyści, m.in. pozwala ograniczyć emisję gazów cieplarnia-

nych w porównaniu z uprawą zbóż czy rzepaku [Debaeke i in. 2017, Kalenska i in. 2020]. Przed podjęciem decyzji o uprawie słonecznika konieczne jest dobranie odpowiedniej odmiany do warunków siedliskowych oraz zastosowanie właściwej agrotechniki, w tym zbioru. Poza tym należy zakładać większe plantacje i unikać ich lokalizacji w pobliżu siedlisk dzikich ptaków [Jajor i in. 2012, Kaiser i in. 2021]. Carvalho i in. [2020] wykazali, że w sprzedaży dostępne są różne odmiany słonecznika. Dlatego przed ich rekomendacją do praktyki rolniczej należy przeprowadzić ściśle doświadczenia polowe, a następnie udoskonalać ich agrotechnikę. W Polsce uprawiane są odmiany słonecznika pochodzące ze Wspólnotowego Katalogu Odmian Roślin Rolniczych (CCA). Wiele krajowych jednostek naukowo-badawczych lub firm komercyjnych prowadzi doświadczenia polowe, pozwalające rekomendować najlepsze odmiany do praktyki rolniczej. W agrotechnice słonecznika jednym z ważniejszych zabiegów jest zwalczanie chwastów. Należy jednak pamiętać, że herbicydy zawierające tribenuron metylu można użyć tylko w odmianach odpornych na tę substancję aktywną. W sprzedaży dostępne są też odmiany odporne na imazamoks, który w wielu krajach jest dozwolony do zwalczania chwastów w słoneczniku [Kaya 2014, Balabanova i in. 2020]. Neshev i in. [2022] podają, że użycie niewłaściwego herbicydu do ochrony danej odmiany słonecznika skutkuje uszkodzeniami o różnym nasileniu. Hlisnikovský i in. [2016] oraz Stoicea i in. [2022] wykazali, że w niektórych krajach europejskich wzrasta zainteresowanie uprawą słonecznika. Wynika to z wielu czynników, w tym mniejszego zapotrzebowania na nawożenie azotem w porównaniu np. z rzepakiem ozimym. W tym aspekcie Oyinlola i in. [2010] udowodnili, że nadmiar azotu ( $150 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) zmniejsza plon niełupek i oleju słonecznika. Gatunek ten narażony jest jednak na liczne choroby [Abo-Elyousr i in. 2022], co ogranicza zarówno plon, jak i jakość niełupek. Mniejszym problemem są szkodniki, ale to jest uzależnione od rejonu uprawy [Duca i in. 2021]. Sher i in. [2022] konkludują, że doświadczenia polowe ze słonecznikiem należy prowadzić w różnych warunkach siedliskowych. Pozwala to rekomendować najlepsze odmiany do praktyki rolniczej i opracować dla nich zalecenia agrotechniczne. Podjęty temat badawczy wpisuje się w potrzebę stałej aktualizacji wiedzy rolniczej dotyczącej doboru odmian słonecznika do uprawy w danym rejonie i jest szczególnie istotny w warunkach rosnącej w ostatnich latach powierzchni uprawy słonecznika w Polsce.

Celem doświadczenia było porównanie wybranych odmian słonecznika. W hipotezie badawczej założono, że oceniane odmiany będą się różniły zarówno wielkością, jak i jakością uzyskanego plonu niełupek.

#### MATERIAŁ I METODY

Ścisłe doświadczenie polowe założono w latach 2021 i 2022 na polu indywidualnego gospodarstwa rolniczego w miejscowości Szówsko, województwo podkarpackie. Jednoczynnikowy eksperyment przeprowadzono w czterech powtórzeniach, w układzie losowanych bloków. Badanym czynnikiem były odmiany słonecznika różniące się tolerancją na substancje aktywne herbicydów:

- odmiana konwencjonalna (MAS 81.K, ES Agora),
- odmiana odporna na tribenuron metylu (Sulfonor, MAS 83.SU, MAS 85.SU, Helusun SU, ES Boston SU),
- odmiana odporna na imazamoks (Florasun, Elsasun IR, MAS 920.CP, MAS 92.CP, Jonasun IR).

Tabela 1. Analiza chemiczna gleby w doświadczeniu polowym (0–30 cm)

Table 1. Soil analysis under field experiment (0–30 cm)

Parametr/Parameter	Jednostka/Unit	2021	2022
pH w KCl/pH in KCl	–	6,3	6,1
Próchnica/Humus	g·kg <sup>-1</sup>	12,0	11,0
N <sub>min</sub>	kg·ha <sup>-1</sup>	52,0	56,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mg·kg <sup>-1</sup> gleby/soil	175,0	168,0
K <sub>2</sub> O		224,0	216,0
Mg		72,0	71,0

Tabela 2. Ochrona chemiczna roślin

Table 2. Chemical plant protection

Pestycyd Pesticide	Substancja aktywna Active substance	Dawka (dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ) Dose
Activus 400 SC	pendimetalina	4,0
Bandur 600 SC	aklonifen	3,0
Efica 960 EC	metolachlor-S	1,25
Amistar Gold Max	azoksystrobina, difenokonazol	1,0

Temperatury i opady podano według zapisów Stacji Meteorologicznej w Skołoszowie, oddalonej ok. 18 km od pola doświadczalnego oraz danych eDWIN [<https://www.edwin.gov.pl>]. Analizę chemiczną gleby wykonano w akredytowanym laboratorium Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Rzeszowie, wg polskich norm. Gleba charakteryzowała się odczynem lekko kwaśnym (tab. 1). Zawartość przyswajalnych makroelementów była wysoka.

Uprawę słonecznika przeprowadzono zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi. Przedplonem corocznie była kukurydza uprawiana na ziarno, po zbiorze której wykonano orkę przedzimową. Na wiosnę zastosowano bronowanie, a przed siewem agregat uprawowy. Siew niełupek wykonano w trzeciej dekadzie kwietnia siewnikiem punktowym. Do zaprawiania niełupek użyto preparatu Maxim 025 FS (fludioksonil), zgodnie z zaleceniami producenta. Rozstawa rzędów wyniosła 50 cm, a głębokość siewu 4 cm. Na 1 m<sup>2</sup> wysiano 8 zdolnych do kiełkowania niełupek. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 20 m<sup>2</sup> (4 m × 5 m). Zabiegi ochrony roślin wykonano preparatami dopuszczonymi do ochrony słonecznika w 2021 r. (tab. 2). Terminy i dawki preparatów chemicznych były zgodne z zaleceniami producentów.

Do nawożenia azotem użyto mocznika z inhibitorem ureazy (46% N), w jednej wiosennej dawce (60 kg·ha<sup>-1</sup> N). Nawożenie fosforowo–potasowe przeprowadzono jesienią w dawkach: 60 kg·ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (superfosfat prosty) i 90 kg·ha<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O (sól potasowa).

Obsadę roślin na 1 m<sup>2</sup> policzono przed zbiorem na każdym poletku. Następnie zmierzono wysokość 20 roślin i pobrano koszyczki do pomiarów biometrycznych (liczba nie-

łupek pełnych i MTN). Masę tysiąca niełupek przeliczono na stałą wilgotność 9%. Zbiór przeprowadzono kombajnem poletkowym w fazie dojrzałości pełnej. Plon niełupek przeliczono na 1 ha z uwzględnieniem stałej wilgotności 9%.

Niełupki do analiz chemicznych pozyskiwano w trakcie zbioru z każdego poletka. Skład chemiczny całych niełupek oznaczono metodą bliskiej podczerwieni na aparacie Spektrometr FT-LSD MPA (firma Bruker, Niemcy) w laboratorium Zakładu Produkcji Roślinnej Uniwersytetu Rzeszowskiego. Na podstawie wielkości plonu niełupek i procentowej zawartości w nich tłuszczu surowego i białka ogółem wyliczono plon obu składników.

Uzyskane wyniki poddano analizie wariancji. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami cech testowano na podstawie półprzedziałów ufności Tukeya, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Do obliczeń wykorzystano program statystyczny ANAWAL-5FR.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Warunki pogodowe były zmienne w latach badań i wywarły wpływ na wielkość i jakość plonu słonecznika. Wysokie opady deszczu odnotowano w sierpniu 2021 r. oraz we wrześniu 2022 r. Od maja do sierpnia 2022 r. wystąpiła susza, a temperatury powietrza były wyższe od średniej wieloletniej. W 2021 r. wysoką temperaturą odznaczył się lipiec (tab. 3).

Słonecznik jest powszechnie uważany za roślinę odporną na suszę i wysokie temperatury. Z badań przeprowadzonych przez Kluzę-Wieloch i Muśnickiego [2010] wynika, że liczba rozwijających się kwiatów rurkowych była większa podczas cieplej i wilgotnej pogody. Z kolei nadmiar deszczu znacznie wydłużył proces kwitnienia słonecznika. De la Haba i in. [2014] wykazali, że zbyt wysoka temperatura (dzień/noc 33/29°C) wpłynęła negatywnie na wiele cech biochemicznych i fizjologicznych roślin słonecznika. W efekcie liście starzały się szybciej niż na kontroli. Podobne wyniki uzyskali Górnik i in. [2006] oraz Debaeck i in. [2017], konkludując, że zbyt wysoka temperatura powietrza oraz susza skutkują istotnym spadkiem plonów słonecznika oraz jakości niełupek. Zwłaszcza gdy gatunek ten był uprawiany na glebie lekkiej.

Tabela 3. Warunki pogodowe  
Table 3. Weather conditions

Miesiąc Month	Suma opadów (mm) Sum of precipitation			Średnie temperatury powietrza (°C) Mean air temperature		
	2021	2022	wielolecie multi-years 1980–2020	2021	2022	wielolecie multi-years 1980–2020
IV	49,4	41,8	46,0	6,5	7,3	8,7
V	63,9	2,6	77,1	12,8	15,5	13,7
VI	47,3	0,9	80,2	18,8	20,3	17,1
VII	55,0	11,1	95,4	21,6	20,6	19,0
VIII	107,4	10,0	65,0	17,5	21,1	18,4
IX	85,8	116,1	62,5	13,1	12,9	13,6
X	2,5	32,1	46,4	9,1	10,9	8,8

Tabela 4. Obsada i wysokość roślin  
Table 4. Plant density and plant height

Odmiana Cultivar	Obsada roślin przed zbiorem (szt. $\cdot$ m <sup>-2</sup> ) Number of plants (pcs $\cdot$ m <sup>-2</sup> )			Wysokość roślin (cm) Plant height		
	2021	2022	średnia mean	2021	2022	średnia mean
	MAS 81.K	6,8	6,7	6,8	170,2	154,9
ES Agora	7,1	6,9	7,0	136,6	121,3	129,0
Sulfonor	6,8	6,8	6,8	158,4	143,1	150,8
MAS 83.SU	7,0	6,8	6,9	184,0	165,7	174,9
MAS 85.SU	7,2	7,0	7,1	159,6	144,8	152,2
Helesun SU	7,1	6,9	7,0	163,5	147,2	155,4
ES Boston SU	6,9	6,9	6,9	173,1	156,4	164,8
Florasun	6,8	6,7	6,8	144,3	129,5	136,9
Elsasun IR	7,2	7,0	7,1	149,8	134,6	142,2
Jonasun IR	6,9	6,8	6,9	172,6	155,5	164,1
MAS 920.CP	7,1	7,0	7,1	177,2	161,0	169,1
MAS 92.CP	7,3	7,0	7,2	170,7	154,3	162,5
NIR <sub>0,05</sub> /HSD <sub>0,05</sub>	r.n.	r.n.	r.n.	11,85	15,45	14,86

r.n. – różnica nieistotna/ no significant difference

Obsada roślin przed zbiorem była podobna u wszystkich badanych odmian (tab. 4). Średnio w przeprowadzonym doświadczeniu wyniosła 7 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>, co było zgodne z oczekiwaniami. Najwyższe rośliny wykształciła odmiana MAS 83.SU, ponad 174 cm. Wysokie były również odmiany MAS 81.K, ES Boston SU, Jonasun IR, MAS 920.CP, MAS 92.CP. Najniższe rośliny wykształciła odmiana ES Agora, Florasun i Elsasun IR (tab. 4). Uzyskana średnia różnica pomiędzy najwyższą, a najniższą odmianą wyniosła 45,9 cm. Rośliny słonecznika były wyższe w 2021 r. w porównaniu z 2022 r., na co duży wpływ wywarły opady deszczu w poszczególnych latach.

Ali i in. [2012] podają, że najwyższy plon słonecznika uzyskali przy obsadzie 8,33 roślin na 1 m<sup>2</sup>. Kalenska i in. [2020] wykazały, że dla mieszańcowych odmian słonecznika optymalne zagęszczenie może być mniejsze od 60 do 65 tys. szt. $\cdot$ ha<sup>-1</sup> w zależności od wczesności dojrzwania. Pavani i in. [2013] podają, że wysokość roślin słonecznika waha się od 160,8 cm do 181,1 cm. W doświadczeniu Sher i in. [2022] wysokość roślin słonecznika wynosiła od 106 cm do 187 cm. Było to uzależnione od odmiany oraz modyfikowane nawadnianiem plantacji. Kluza-Wieloch i Muśnicki [2004a] uzyskali podobne rezultaty, z których wynika, że wysokość roślin słonecznika zależała od odmiany i była modyfikowana warunkami siedliskowymi. Zastosowana agrotechnika miała najmniejszy wpływ na omawianą cechę, ale istotny.

Liczba niełupek w koszyczku była istotnie zróżnicowana pomiędzy odmianami. Najwięcej niełupek pełnych zawierały koszyczki odmiany Elsasun IR (948,3) i Jonasun IR (929,3). Istotnie mniej pozostałe odmiany. Najmniej niełupek wykształciła odmiana Helesun SU, poniżej 600 sztuk oraz odmiany MAS 85.SU i MAS 920.CP odpowiednio

Tabela. 5. Liczba niełupek pełnych w koszyczku i MTN  
 Table 5. Number of full achenes in head and mass of 1000 achenes

Odmiana Cultivar	Liczba niełupek pełnych w koszyczku Number of full achenes in head			MTN (g) Mass of 1000 achenes		
	2021	2022	średnia mean	2021	2022	średnia mean
MAS 81.K	785,1	595,0	690,1	61,3	58,2	59,8
ES Agora	761,0	710,3	735,7	66,5	63,5	65,0
Sulfonor	858,2	773,1	815,7	59,6	56,7	58,2
MAS 83.SU	812,0	768,0	790,0	66,3	63,3	64,8
MAS 85.SU	748,0	578,0	663,0	59,5	56,4	58,0
Helesun SU	622,3	562,2	592,3	63,2	60,2	61,7
ES Boston SU	788,1	698,2	743,2	65,8	62,7	64,3
Florasun	834,1	649,4	741,8	54,3	51,2	52,8
Elsasun IR	958,0	938,6	948,3	55,3	52,4	53,9
Jonasun IR	960,2	898,4	929,3	56,7	53,6	55,2
MAS 920.CP	725,0	508,3	616,7	66,4	63,2	64,8
MAS 92.CP	700,2	650,0	675,1	62,8	59,9	61,4
NIR <sub>0,05</sub> /HSD <sub>0,05</sub>	79,21	75,37	77,38	6,59	5,74	6,09

663 i 616,7 sztuk (tab. 5). Najwyższą MTN odznaczyły się odmiany ES Agora, MAS 83.SU, ES Boston SU, MAS 920.CP. Wysoką MTN wykształciły również MAS 81.K, Helesun SU, MAS 92.CP. Najniższą MTN wykształciły odmiany Florasun, Elsasun IR i Jonasun IR (tab. 5). Zarówno liczba niełupek, jak i MTN były wyższe w 2021 r. w porównaniu z 2022 r. Średnia MTN w przeprowadzonym doświadczeniu wyniosła 60 g.

We wcześniejszych doświadczeniach Sher i in. [2022] wykazali, że MTN słonecznika wahała się od 46,4 g do 89,7 g, co wynikało zarówno z różnic odmianowych, jak i lat badań. Zróżnicowanie komponentów plonu w zależności od uprawianej odmiany udowodnili także Lakshman i in. [2020]. Dastorani i in. [2022] podają, że na MTN słonecznika modyfikujący wpływ wywarła dostępność wody w okresie wegetacji. Kluza-Wieloch i Muśnicki [2004b] konkludują, że niełupki słonecznika są znacznie zróżnicowane, w zależności od położenia w koszyczku. Dlatego przy pomiarach biometrycznych należy to uwzględnić, aby uzyskać miarodajne wyniki.

W przeprowadzonym doświadczeniu najwyżej plonowała odmiana Elsasun IR, co było powtarzalne w latach badań. Średni uzyskany plon wyniósł 3,63 t·ha<sup>-1</sup> niełupek. Wysokim plonem odznaczyła się również odmiana MAS 83.SU i Jonasun IR. Najniżej plonowała odmiana Helesun SU, zwłaszcza w 2021 r. Najmniej stabilnym plonem w latach charakteryzowała się odmiana MAS 920.CP. Uzyskany plon w 2021 r. wyniósł 3,42 t·ha<sup>-1</sup>, zaś w 2022 tylko 2,25 t·ha<sup>-1</sup> (tab. 6).

Zróżnicowanie plonowania słonecznika oleistego wykazali także Ali i in. [2012]. Średnie plony, jakie uzyskali, wahały się od 2,80 t·ha<sup>-1</sup> do 3,39 t·ha<sup>-1</sup>. W doświadczeniu Babec i in. [2021] najlepsze odmiany słonecznika plonowały powyżej 4 t·ha<sup>-1</sup>, co było uzależnione od lat badań. Na związek plonu słonecznika z warunkami pogody zwrócili

Tabela 6. Plon niełupek słonecznika ( $t \cdot ha^{-1}$ )  
Table 6. Sunflower achene yield ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Odmiana Cultivar	2021	2022	Średnia Mean
MAS 81.K	3,27	2,32	2,80
ES Agora	3,59	3,11	3,35
Sulfonor	3,48	2,98	3,23
MAS 83.SU	3,77	3,31	3,54
MAS 85.SU	3,20	2,28	2,74
Helesun SU	2,79	2,34	2,57
ES Boston SU	3,58	3,02	3,30
Florasun	3,08	2,23	2,66
Elsasun IR	3,81	3,44	3,63
Jonasun IR	3,76	3,27	3,52
MAS 920.CP	3,42	2,25	2,84
MAS 92.CP	3,21	2,73	2,97
NIR <sub>0,05</sub> /HSD <sub>0,05</sub>	0,42	0,29	0,37
Średnia ogólna Total mean	3,41	2,77	3,09

także uwagę Sharma i in. [2008]. Dodają jednak, że nie mniej ważna była zastosowana agrotechnika, w tym nawożenie. Dastorani i in. [2022] potwierdzają, że plony słonecznika powyżej  $4 t \cdot ha^{-1}$  można uzyskać w praktyce rolniczej, ale wymaga to optymalnych warunków siedliska i poprawnej agrotechniki.

Spośród badanych odmian wysoką zawartością tłuszczu w całych niełupkach odznaczyła się odmiana Sulfonor, Helesun SU, Florasun i Jonasun IR. Natomiast najmniej tłuszczu oznaczono w niełupkach odmiany MAS 85.SU i ES Boston SU. Najwyższy plon tłuszczu wydała odmiana Jonasun IR, Elsasun IR i MAS 83.SU, a istotnie najniższy odmiany MAS 85.SU i Helesun SU. Zarówno zawartość tłuszczu w niełupkach, jak i plon tłuszczu były wyższe w pierwszym roku badań (tab. 7).

Pavani i in. [2013] podają, że zawartość tłuszczu w niełupkach słonecznika wynosi od 39,5% do 42,4%. Cytowani autorzy wykazali, że koncentracja omawianego składnika obniżyła się wraz ze wzrostem nawożenia azotem. Kinama i in. [2018] potwierdzają, że zawartość tłuszczu w niełupkach słonecznika istotnie modyfikuje zarówno nawożenie mineralne, jak i organiczne. Babec i in. [2021] uzyskali zbliżony plon tłuszczu słonecznika, od  $1,07$  do  $1,81 t \cdot ha^{-1}$ . Natomiast Pavani i in. [2013] podają wynik znacznie niższy od  $0,7$  do  $0,9 t \cdot ha^{-1}$ . Ciekawe rezultaty badań przedstawili Chabert i in. [2022], z których wynika, że odpowiednia ilość owadów zapylających zwiększa o 5,5% zawartości tłuszczu w niełupkach słonecznika.

Najwyższą zawartość białka oznaczono w niełupkach odmiany Helesun SU, ES Boston SU i MAS 920.CP. Z kolei najmniejszą zawartością białka odznaczyły się odmiany MAS 83.SU, MAS 85.SU, Florasun i MAS 92.CP, co potwierdzono statystycznie. Średnio w przeprowadzonym doświadczeniu najwyższy plon białka uzyskała odmiana ES Boston SU,

Tabela 7. Zawartość tłuszczu i plon tłuszczu surowego  
Table 7. Fat content and crude fat yield

Odmiana Cultivar	Tłuszcz surowy (%) Crude fat			Plon tłuszczu surowego (t·ha <sup>-1</sup> ) Crude fat yield		
	2021	2022	średnia mean	2021	2022	średnia mean
MAS 81.K	51,96	50,06	51,01	1,70	1,16	1,43
ES Agora	53,10	51,2	52,15	1,91	1,59	1,75
Sulfonor	54,73	52,83	53,78	1,90	1,57	1,74
MAS 83.SU	52,21	50,31	51,26	1,97	1,67	1,82
MAS 85.SU	50,46	48,56	49,51	1,61	1,11	1,36
Helesun SU	55,09	53,19	54,14	1,54	1,24	1,39
ES Boston SU	50,74	48,84	49,79	1,82	1,47	1,65
Florasun	54,71	52,81	53,76	1,69	1,18	1,44
Elsasun IR	51,94	50,04	50,99	1,98	1,72	1,85
Jonasun IR	55,36	53,46	54,41	2,08	1,75	1,92
MAS 920.CP	50,96	49,06	50,01	1,74	1,10	1,42
MAS 92.CP	53,35	51,45	52,40	1,71	1,40	1,56
NIR <sub>0,05</sub> /HSD <sub>0,05</sub>	51,1	50,4	50,8	0,18	0,13	0,15

Tabela 8. Zawartość białka i plon białka ogółem  
Table 8. Protein content and total protein yield

Odmiana Cultivar	Białko ogółem (%) Total protein			Plon białka ogółem (t·ha <sup>-1</sup> ) Total protein yield		
	2021	2022	średnia mean	2021	2022	średnia mean
MAS 81.K	10,49	12,19	11,34	0,34	0,28	0,31
ES Agora	10,72	12,42	11,57	0,38	0,39	0,39
Sulfonor	11,42	13,12	12,27	0,40	0,39	0,40
MAS 83.SU	9,35	11,05	10,20	0,35	0,37	0,36
MAS 85.SU	9,60	11,30	10,45	0,31	0,26	0,29
Helesun SU	14,08	15,78	14,93	0,39	0,37	0,38
ES Boston SU	12,39	14,09	13,24	0,44	0,43	0,44
Florasun	9,98	11,68	10,83	0,31	0,26	0,29
Elsasun IR	10,18	11,88	11,03	0,39	0,41	0,40
Jonasun IR	10,38	12,08	11,23	0,39	0,40	0,40
MAS 920.CP	12,33	14,03	13,18	0,42	0,32	0,37
MAS 92.CP	9,25	10,95	10,10	0,30	0,30	0,30
NIR <sub>0,05</sub> /HSD <sub>0,05</sub>	11,5	13,4	12,6	0,04	0,03	0,03



Tabela 9. Współczynniki korelacji między wybranymi parametrami i cechami słonecznika  
Table 9. Correlation coefficients between selected parameters and features of sunflower

Parametr Parameter	Liczba niełupek Number of achenes	MTN Mass of 1000 achenes	Plon niełupek Achene yield	Zawartość tłuszczu Fat content	Plon tłuszczu Fat yield	Zawartość białka Protein content
MTN Mass of 1000 achenes	-0,529	1	-	-	-	-
Plon niełupek Achene yield	<b>0,830</b>	0,019	1	-	-	-
Zawartość tłuszczu Fat content	0,224	-0,393	-0,037	1	-	-
Plon tłuszczu Fat yield	<b>0,872</b>	-0,092	<b>0,963</b>	0,230	1	-
Zawartość białka Protein content	-0,391	0,330	-0,301	0,124	-0,276	1
Plon białka Protein yield	0,424	0,258	0,630	0,055	0,617	0,538

Pogrubione wartości są istotne statystycznie przy  $p < 0,05$   
The bold values are statistically significant at  $p < 0.05$

ponad  $0,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Najniższym plonem białka odznaczyła się odmiana Florasun, MAS 92.CP, MAS 81.K (tab. 8). Zawartość białka w niełupkach była większa w roku z niedoborem opadów atmosferycznych.

Z wcześniejszych badań przeprowadzonych przez Jareckiego [2022] wynika, że całe niełupki słonecznika zawierają od 14,5% do 15,4% białka ogólnego. Na zróżnicowanie koncentracji tego składnika wpływ wywarła zarówno odmiana, agrotechnika, jak i pogoda. Pavani i in. [2013] podają, że plon białka słonecznika wynosi od  $0,08$  do  $0,18 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Jest to wynik znacznie niższy od uzyskanego w badaniach własnych, który wyniósł średnio  $0,36 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Z danych przedstawionych w tabeli 9 wynika, że zawartość tłuszczu w niełupkach była skorelowana z plonem tłuszczu, ale przy niższym współczynniku korelacji ( $r = 0,62$ ). Kluza-Wieloch i Muśnicki [2006] udowodnili, że nie ma ścisłej współzależności pomiędzy wzrostem zawartości tłuszczu w niełupkach, a zmniejszaniem się w nich udziału białka.

## WNIOSKI

1. Oceniane odmiany słonecznika charakteryzowały się zróżnicowanymi cechami ilościowo-jakościowymi. Niskie opady deszczu od maja do sierpnia w 2022 r. ograniczyły wzrost roślin i skutkowały niższym plonem oraz mniejszą zawartością tłuszczu, a większą zawartością białka w niełupkach.

2. Najwyżej plonowały odmiany Elsasun IR i Jonasun IR odznaczające się największą liczbą niełupek oraz MAS 83.SU i ES Agora, które charakteryzowały się wysoką MTN. Najniższy plon niełupek wydała odmiana Helesun SU. Odmiany klasyczne plonowały na przeciętnym poziomie.

3. Wysoką zawartością tłuszczu surowego w całych niełupkach odznaczyły się odmiany Sulfonor, Helesun SU, Florasun i Jonasun IR. Najmniej tłuszczu oznaczono w niełupkach odmian MAS 85.SU i ES Boston SU. Najwyższą zawartość białka ogółem oznaczono w niełupkach odmian Helesun SU, ES Boston SU i MAS 920.CP. Najmniejszą zawartością białka odznaczyły się odmiany MAS 83.SU, MAS 85.SU, Florasun i MAS 92.CP.

4. Odmiany najwyżej plonujące (Jonasun IR, Elsasun IR, MAS 83.SU) odznaczały się największym plonem tłuszczu. Najniższym plonem tłuszczu charakteryzowały się odmiany MAS 85.SU i Helesun SU. Najwyższy plon białka ogółem uzyskała odmiana ES Boston SU, a najniższy odmiany Florasun, MAS 92.CP i MAS 81.K.

5. Do uprawy słonecznika zwyczajnego w warunkach województwa podkarpackiego będzie można szczególnie zalecić odmiany Elsasun IR oraz Jonasun IR.

#### PIŚMIENNICTWO

- Abo-Elyours K., Ahmed H.A.M., Hassan M.A.E., Abd El-Fatah B.E.S., 2022. Influence of foliar application of some salts, phyto-extracts and essential oils for controlling powdery mildew disease of *Helianthus annuus*. J. Plant Pathol. 104, 735–747. <https://doi.org/10.1007/s42161-022-01092-4>
- Ali A., Ahmad A., Khaliq T., Akhtar J., 2012. Planting density and nitrogen rates optimization for growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus L.*) hybrids. J. Anim. Plant Sci. 22(4), 1070–1075.
- Babec B., Šeremešić S., Hladni N., Čuk N., Stanisavljević D., Rajković M., 2021. Potential of sunflower-legume intercropping: A way forward in sustainable production of sunflower in temperate climatic conditions. Agronomy 11, 2381. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122381>
- Balabanova D., Remans T., Cuypers A., Vangronsveld J., Vassilev A., 2020. Imazamox detoxification and recovery of plants after application of imazamox to an imidazolinone resistant sunflower hybrid. Biol. Plant. 64, 335–342. <https://doi.org/10.32615/bp.2019.150>
- Carvalho L.M., Carvalho H.W.L., Carvalho C.G.P., 2020. Yield and photosynthetic attributes of sunflower cultivars grown under supplemental irrigation in the semiarid region of the Brazilian Northeast. Pesqui. Agropecu. Bras. 55, e01715. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01715>
- Chabert S., Mallinger R.E., Sénéchal Ch., Fougereux A., Geist O., Guillemard V., Leylavergne S., Malard C., Pousse J., Vaissière B.E., 2022. Importance of maternal resources in pollen limitation studies with pollinator gradients: A case study with sunflower. Agric., Ecosyst. Environ. 330, 107887. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107887>
- Dastorani M., Albaji M., Nasab S.B., 2022. Crop response and water productivity of sunflower (*Helianthus annuus L.*) drip-irrigated with magnetically treated and non-magnetically treated water with variable salinity. Water SA, 48(1), 90–96. <https://doi.org/10.17159/wsa/2022.v48.i1.3888>
- De la Haba P., De la Mata L., Molina E., Agüera E., 2014. High temperature promotes early senescence in primary leaves of sunflower (*Helianthus annuus L.*) plants. Can. J. Plant Sci. 94, 659–669. <https://doi.org/10.1139/CJPS2013-276>
- Debaeke P., Casadebaig P., Flénet F., Langlade N., 2017. Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. OCL 24(1), 1–16. <https://doi.org/10.1051/OCL/2016052>

- Duca M., Clapco S., Burcovschi I., Tabacari R., Domenco R., 2021. Environmental factors associated with the incidence of pathogens in sunflower crop. *Sci. J. State Univ. Mold.* 6, 66–74.
- Górník K., Grzesik M., Chojnowska E., 2006. Wpływ temperatury na wschody i rozwój słonecznika zwyczajnego „Sonnengold”. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 510, 159–166.
- Hlisenkovský L., Kunzová E., Hejman M., Škarpa P., Menšík L., 2016. Effect of nitrogen, boron, zinc and molybdenum application on yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) on greyic phaeozem in the Czech Republic. *Helia* 39(64), 91–111. <https://doi.org/10.1515/helia-2015-0011>  
<https://www.edwin.gov.pl>
- Jajor E., Horoszkiewicz-Janka J., Korbas M., Mrówczyński M., Paradowski A., Pruszyński G., Wachowiak H., Woś H., 2012. *Metodyka integrowanej ochrony słonecznika dla producentów*, red. E. Jajor, M. Mrówczyński. Instytut Ochrony Roślin, Państwowy Instytut Badawczy, Poznań, ss. 1–44.
- Jarecki W., 2022. Effect of varying nitrogen and micronutrient fertilization on yield quantity and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.) achenes. *Agronomy* 12, 2352. <https://doi.org/10.3390/agronomy12102352>
- Kaiser B.A., Johnson B.L., Ostlie M.H., Werner S.J., Klug P.E., 2021. Inefficiency of anthraquinone-based avian repellents when applied to sunflower: the importance of crop vegetative and floral characteristics in field applications. *Pest Manag. Sci.* 77(3), 1502–1511. <https://doi.org/10.1002/ps.6171>
- Kalenska S., Ryzhenko A., Novytska N., Garbar T., Stolyarchuk T., Kalenskyi V., Shytiy O., 2020. Morphological features of plants and yield of sunflower hybrids cultivated in the northern part of the forest-steppe of Ukraine. *Am. J. Plant Sci.* 11, 1331–1344. <https://doi.org/10.4236/ajps.2020.118095>
- Kaya J., 2014. Sunflower production in Balkan region: current situation and future prospects. *Agric. For., Podgorica* 60(4), 95–101.
- Kinama J.M., Irika M., Habineza M. Pierre J., 2018. Influence of inorganic and organic nitrogen fertilizers regimes on oil content of sunflower in Morogoro, Tanzania. *Int. J. Agron. Agric. Res.* 12, 166–174.
- Kluza-Wieloch M., Muśnicki C., 2004a. Wpływ czynników siedliskowo-agrotechnicznych na wybrane cechy niełupek z różnych partii koszyczka u oleistych form słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.). *Rośl. Oleiste* 25, 461–477.
- Kluza-Wieloch M., Muśnicki C., 2004b. Zmienność wybranych cech morfologicznych i użytkowych owoców z całego koszyczka oraz z poszczególnych jego partii różnych typów odmian oleistych słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.). *Rośl. Oleiste* 25, 424–438.
- Kluza-Wieloch M., Muśnicki C., 2006. Dynamika zmian jakościowych niełupek słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.) w trakcie ich dojrzewania. *Rośl. Oleiste* 27, 231–242.
- Kluza-Wieloch M., Muśnicki C., 2010. Tempo kwitnienia koszyczków i kwiatów u różnych odmian słonecznika zwyczajnego (*Helianthus annuus* L.). *Rośl. Oleiste* 31(1), 35–48.
- Lakshman S.S., Chakrabarty N.R., Kole P.C., 2020. Economic heterosis in sunflower (*Helianthus annuus* L.): seed yield and yield attributing traits in newly developed hybrids. *Electronic J. Plant Breed.* 11(2), 461–468. <https://doi.org/10.37992/2020.1102.079>
- Neshev N., Balabanova D., Yanev M., Mitkov A., 2022. Is the plant biostimulant application ameliorative for herbicide-damaged sunflower hybrids? *Ind. Crops Prod.* 182, 114926. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114926>
- Oyinlola E.Y., Ogunwole J.O. Amapu I.Y., 2010. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen application in a savanna alfisol. *Helia* 33(52) 115–126. <https://doi.org/10.2298/HEL1052115O>
- Pavani S., Rekha K.B., Babu S.N.S., Moguloju M., 2013. Effect of nitrogen and sulphur on growth, yield and quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Crop Res.* 45, 152–154.
- Sharma K.L., Neelaveni K., Katyal J.C., Srinivasa Raju A., Srinivas K., Kusuma Grace J., Madhavi M., 2008. Effect of combined use of organic and inorganic sources of nutrients on sunflower yield, soil fertility, and overall soil quality in rainfed alfisol. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 39, 1791–1831. <https://doi.org/10.1080/00103620802073784>

- Sher A., Suleman M., Sattar A., Qayyum A., Ijaz M., Sami-Ul Allah, Al-Yahyai R., Al-Hashimi A., Elshikh M.S., 2022. Achene yield and oil quality of diverse sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids are affected by different irrigation sources. J. King Saud Univ. Sci. 34(4), 102016. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2022.102016>
- Stoicea P., Chiurciu I.A., Soare E., Iorga A.M., Dinu T.A., Tudor V.C., David L., 2022. Impact of reducing fertilizers and pesticides on sunflower production in Romania versus EU countries. Sustainability 14(14), 8334. <https://doi.org/10.3390/su14148334>
- Zanetti F., Monti A., Berti M.T., 2013. Challenges and opportunities for new industrial oilseed crops in EU-27: A review. Ind. Crops Prod. 50, 580–595. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.030>

**Źródło finansowania:** Dotacja na utrzymanie potencjału badawczego MEiN.

**Summary.** The field experiment was carried out in 2021 and 2022 on an individual farm in Szówsko, Podkarpackie Voivodeship. The aim of the study was to compare the size and quality of yields of selected sunflower cultivars: classic, resistant to tribenuron-methyl, resistant to imazamox. It was shown that the highest plants were developed by the MAS 83.SU cultivar and the lowest by the ES Agora cultivar. The largest number of achenes contained the heads of Elsasun IR and Jonasun IR cultivars, and the highest MTN was found in the cultivars ES Agora, MAS 83.SU, ES Boston SU, MAS 920.CP. Among the tested cultivars, Elsasun IR (3.36 t·ha<sup>-1</sup>), MAS 83.SU (3.54 t·ha<sup>-1</sup>) and Jonasun IR (3.52 t·ha<sup>-1</sup>) had the highest yield, while Helesun SU (2.57 t·ha<sup>-1</sup>) had the lowest yield. The high fat content in the achenes was characterized by the cultivars Sulfonom, Helesun SU, Florasun and Jonasun IR. In turn, the highest protein content was determined in the achenes of the Helesun SU, ES Boston SU and MAS 920.CP cultivars. The highest fat yield was given by the Jonasun IR, Elsasun IR and MAS 83.SU cultivars and protein yield by the ES Boston SU cultivar. Drought from May to August in 2022 limited plant growth and resulted in a lower yield and lower fat content and higher protein content.

**Key words:** yield, cultivar, *Helianthus annuus* L., chemical composition, active substance

Otrzymano/Received: 21.04.2023  
Zaakceptowano/Accepted: 25.11.2023  
Opublikowano/Published: 22.01.2023