



**I n s t y t u t   H o d o w l i   A k l i m a t y z a c j i   R o ś l i n -  
P a ń s t w o w y   I n s t y t u t   B a d a w c z y  
O d d z i a ł   w   B y d g o s z c z y**

**S P R A W O Z D A N I E**

Uprawy polowe metodami ekologicznymi. Badania w zakresie podnoszenia efektywności i wydajności w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, ze szczególnym uwzględnieniem innowacyjnych rozwiązań zastępujących praktyki i środki produkcji niedozwolone w produkcji ekologicznej. Odchwaszczanie buraka cukrowego nowoczesnymi maszynami, w zastępstwie stosowania herbicydów; kontynuacja badań

**Kierownik zadania:**

dr hab. Mirosław Nowakowski, prof. IHAR-PIB

**Wykonawcy zadania:**

dr hab. Józef Tyburski, prof. UWM (Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie)

dr inż. Grzegorz Gryń (IHAR-PIB)

mgr inż. Marcin Żurek (IHAR-PIB)

mgr inż. Robert Nelke (IHAR-PIB)

mgr inż. Magdalena Maćkowiak (IHAR-PIB)

mgr inż. Stanisław Kruszewski (IHAR-PIB)

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.765.7.2024 w sprawie przyznawania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

BYDGOSZCZ 2024

## SPIS TREŚCI

	str.
1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ.....	3
2. METODY I WARUNKI BADAŃ .....	5
3. WYNIKI BADAŃ .....	8
3.1. OCENA ZACHWASZCZENIA.....	8
3.2. OCENA PŁONOWANIA, OBSADY I WSCHODÓW.....	11
3.3. OCENA POZOSTAŁYCH PARAMETRÓW.....	12
4. STWIERDZENIA I WNIOSKI .....	13
5. ZALECENIA DLA ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO.....	14
6. CYTOWANE PIŚMIENNICTWO .....	15
7. POZOSTAŁE TABELI, RYSUNKI I ZDJĘCIA.....	17

## 1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

Najpoważniejszym problemem w rolnictwie ekologicznym jest nadmierne zachwaszczenie i możliwości jego zwalczania (TYBURSKI i in., 2013). Autorzy projektu zaproponowali przeprowadzenie badań o bardzo istotnym znaczeniu dla rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce, a mianowicie przetestowanie nowoczesnych maszyn odchwaszczających, redukujących prawie całkowicie nakłady pracy ręcznej w pieleniu roślin uprawianych w szerokich rzędach (kukurydza, soja i inne rośliny strączkowe, burak cukrowy, rzepak, warzywa w uprawie polowej). Rośliną testową został burak cukrowy, który uprawiany jest podobnie jak warzywa w produkcji polowej. Należy zwrócić uwagę na to, że uprawie buraka cukrowego w Europie towarzyszy kontraktacja i zapewniony odbiór przez cukrownię a także korzystne ceny za ekologiczne wytwarzane korzenie.

Ekologiczny burak cukrowy jest surowcem niezbędnym do podjęcia rodzimej produkcji cukru ekologicznego. Jego uprawa da możliwość pewnego zbytu korzeni przy zachowaniu wysokiej opłacalności. Poza cukrem uzyskuje się wysłodki mokre (do zakiszania i skarmiania bezpośredniego) oraz wysłodki suszone. Znacząco poprawia to bilans paszowy gospodarstw ekologicznych oraz zaopatrzenie w surowiec paszowy (suszone wysłodki) ekologicznego przemysłu paszowego. W istocie podjęcie się na większą skalę ekologicznej uprawy buraka cukrowego, poza podażą ekologicznego cukru, zwiększy szanse na rozwój ekologicznego chowu zwierząt. Warto przypomnieć, że we wcześniejszych badaniach finansowanych przez MRiRW nad ekologiczną uprawą buraka cukrowego, uzyskano bardzo dobrą wydajność korzeni (zależnie od roku i odmiany od 50 do 120 t z ha, średnio ponad 60 t z ha), ale nie udało się całkowicie wyeliminować ręcznego odchwaszczania (TYBURSKI i in., 2016-2018). Zakłada się, że obecnie dostępne nowe maszyny do mechanicznego zwalczania chwastów, usuną tę przeszkodę.

Warunkiem podjęcia na większą skalę, ekologicznej uprawy buraka cukrowego i produkcji cukru ekologicznego w Polsce, jest wypracowanie niechemicznych metod odchwaszczania, z minimalnym udziałem pracy ręcznej. Burak będąc rośliną uprawianą z zastosowaniem szerokich odstępów między rzędami z natury rzeczy silnie się zachwaszcza. Oparcie jego uprawy na ręcznym odchwaszczaniu jest nierealne, gdyż zbyt wysokie są koszty i brak chętnych do takiej pracy. Koniecznym jest więc poszukiwanie, alternatywnych, skutecznych, niechemicznych metod odchwaszczania bez udziału ręcznej pracy. Szanse na to dają nowoczesne maszyny do mechanicznego odchwaszczania: pielnik optyczny i brona obrotowa.

Jak już zaznaczono, chwasty stanowią najistotniejszy problem ekologicznej uprawy roślin, a zwłaszcza buraka cukrowego. Silne zachwaszczenie może silnie obniżyć plonowanie korzeni i opłacalność, nawet o 50% (ROLAND i in. 2017, SOLTANI i in. 2018).

W ekologicznej ochronie roślin korzeniowych, w tym buraka cukrowego, przed chwastami wykorzystuje się metodę agrotechniczną, hodowlaną i bazującą na naturalnie występujących substancjach bioaktywnych (NOWAKOWSKI 2002, TYBURSKI i in. 2004, VIG i in. 2009, NOWAKOWSKI 2013, PASTUSZEWSKA i in. 2013). Ponadto duża wrażliwość nowych odmian na konkurencję ze strony chwastów motywuje do poszukiwania coraz efektywniejszych niechemicznych metod ograniczania liczebności chwastów. Dotychczasowe badania efektywności chwastobójczej substancji bioaktywnych zawartych w biomasach różnych roślin

nie przyniosły dotąd wystarczająco pozytywnych rezultatów dla praktyki, stąd skupiono się na mechanicznym zwalczaniu chwastów.

Dane pochodzące z fachowej literatury wskazują na rosnące zainteresowanie niechemicznymi metodami ochrony roślin korzeniowych (HEIJBROEK i in. 1998, CHITWOOD 2002, DAUB i WESTPHAL 2011, NOWAKOWSKI 2013). Dostępne obecnie w sprzedaży nowoczesne pielniki sterowane optycznie oraz wyjątkowo skuteczne i nie uszkadzające młodych roślin buraka brony obrotowe, gwarantują uzyskanie dobrego efektu odchwaszczającego (MELANDER i in. 2000, TILLET i in. 2002, KUNZ i in. 2018, MACHLEB i in. 2021). Celowym jest zatem przeprowadzenie w Polsce badań porównujących skuteczność odchwaszczania z zastosowaniem precyzyjnych maszyn [KUNZ i in. 2015 i 2016].

Po przeprowadzeniu przez zespół autorów projektu doświadczeń porównawczych na polach produkcyjnych, opracowane zostaną zalecenia dla rolników dotyczące odchwaszczania buraka cukrowego. Warto podkreślić, że zaplanowane do badań zestawy maszyn można będzie również wykorzystać do odchwaszczania w ekologicznej i zintegrowanej uprawie soi, rzepaku, wielu gatunków warzyw, a po zmianie szerokości roboczej - również kukurydzy.

Wnioskowane badania wynikają z zapotrzebowania ze strony plantatorów buraka cukrowego, a także innych roślin uprawianych w szerokich rzędach. Umożliwią one ocenę i wybranie najskuteczniejszych metod niechemicznego odchwaszczania, a także wzrost plonowania, gwarantujący opłacalność produkcji w systemie ekologicznym.

Końcowym etapem projektu będą prace mające na celu przygotowanie do wdrożenia udoskonalonego programu zwalczania chwastów, który będzie mógł być zalecany w ekologicznej uprawie buraka cukrowego. Upowszechnienie uzyskanych wyników przyczyni się do większej opłacalności ekologicznej uprawy buraka cukrowego i atrakcyjności w odniesieniu do innych gatunków roślin rolniczych.

## 2. METODY I WARUNKI BADAŃ

Badania umożliwiające ocenę skuteczności odchwaszczania przeprowadził Zakład Uprawy i Podstaw Hodowli Roślin Okopowych Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin – PIB, Oddział w Bydgoszczy. Założone zostało doświadczenie polowe w gospodarstwie ekologicznym Bartłomieja Piskorskiego w Kołodziejewie, ul. Kwiatowa 3, 88-160 Janikowo (certyfikat nr PL-EKO-01-013657). W badaniach uczestniczył także pan prof. Józef Tyburski, posiadający duże doświadczenie w badaniach dotyczących ekologicznego systemu uprawy, pracownik Katedry Agroekosystemów i Ogrodnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Doświadczenie polowe realizowane było na Kujawach na glebie płowej typowej, wytworzonej z gliny lekkiej. Badaniami objęto następujące warianty odchwaszczania buraka cukrowego:

- A/ obiekt kontrolny, bez żadnego zwalczania chwastów,
- B/ odchwaszczanie wyłącznie ręczne,
- C/ odchwaszczanie broną tradycyjną/włeczoną i pielnikiem tradycyjnym (czołowym), uzupełnione ewentualnie pielieniem ręcznym (sprzęt tradycyjny),
- D/ odchwaszczanie wyłącznie mechaniczne: broną obrotową/chwastownikiem oraz pielnikiem ze sterowaniem optycznym (sprzęt nowoczesny).

Skuteczność odchwaszczania oceniana była w warunkach polowych na doświadczeniu założonym w układzie pasowym. Każdy z pasów obejmował minimum 24 rzędy (min. 10.8 m szerokości pola) z wysianym burakiem cukrowym odmiany Zagłoba, w typie cukrowości NC (WHBC), z odpornością na rizomanię i dosyć obfitym ulistnieniem. Na każdym z 4 obiektów doświadczalnych w wyznaczonych losowo miejscach o powierzchni 1 m<sup>2</sup>, w 4 powtórzeniach, przed i po ok. 2 tygodniach po przeprowadzeniu każdego zabiegu odchwaszczania, określono:

- występujące gatunki chwastów (skład botaniczny),
- liczebność chwastów,
- biomasa chwastów.

Poza skutecznością zwalczania chwastów w uprawie buraka cukrowego, określono także:

- plony korzeni i liści buraka cukrowego oraz obsadę roślin (w 4 powtórzeniach, z poletek o powierzchni: 2,7m x 6 m= 16,2 m<sup>2</sup>),
- zawartość cukru i melasotworów oraz plon cukru technologicznego,
- koszty (opłacalność) zastosowanych metod odchwaszczania.

Dodatkowo podczas wykonywania zabiegów odchwaszczania i oceny ich skuteczności zmierzona została temperatura gleby oraz jej wilgotność, z zastosowaniem wagosuszarek (typ ATS120 Axis). W okresie od uzyskania pełnej obsady roślin do momentu zakrycia międzyrzędzi pobrano próbki siewek, celem określenia tempa ich rozwoju w warunkach różnych technologii odchwaszczania.

Na stanowisku z doświadczeniem polowym pobrane zostały próbki gleby celem określenia

odczynu, zasolenia i zawartości dostępnych dla roślin form podstawowych makroskładników, co umożliwi obliczenie uzupełniających zasobność gleby dawek nawozów. Pozyskano także z pobliskiej stacji meteorologicznej dane dotyczące opadów deszczu i temperatury powietrza, dla okresu wegetacyjnego buraka cukrowego.

Charakterystykę agrochemiczną i fizyczną gleby przedstawiono, na podstawie wykonanych analiz, w tabeli 1 i 2.

**Tab. 1. Zawartość makroskładników w glebie; 12.03.2024 r.**

Warstwa gleby w cm	mg w dm <sup>3</sup> gleby		
	N-NO <sub>3</sub>	P	K
0 - 30	n 18,9	ś 46	n 96

Zawartość: bn – bardzo niska, n – niska, ś – średnia, w – wysoka, bw – bardzo wysoka.

**Tab. 2. Odczyn, zasolenie i zawartość próchnicy w glebie; 12.03.2024 r.**

Warstwa gleby w cm	pH <sub>KCl</sub>	Zasolenie g /dm <sup>3</sup>	Zawartość próchnicy %
0 - 30	z 7,7	n 0,30	n 1,64

Odczyn gleby: z – zasadowy. Pozostałe objaśnienia – jak w tab.1

Opierając się na wynikach wiosennej analizy agrochemicznej gleby i dotychczasowym plonowaniu (średnie plony buraka cukrowego: 60-70 t/ha), ustalono jednakowy poziom nawożenia NK uzupełniającego zasobność gleby, które zastosowano w następujących dawkach: 100 kg K<sub>2</sub>O/ha jesienią 2023 r., w formie Korn-Kali, oraz 70+30 kg N/ha w postaci Bioilsa, przedsięwzięcie + po uformowaniu obsady. Dwa lata wcześniej na stanowisku doświadczalnym był rozrzucony obornik bydlęcy w dawce 30 t/ha. Zastosowane nawożenie zagwarantowało, że stanowisko doświadczalne w pełni nadawało do uprawy buraka cukrowego.

Siew wykonano 15.04.2024 r. z odstępem w rzędzie co 18 cm, a między rzędami 45 cm. Przedplonem była pszenica. Wszystkie zabiegi uprawowe, w tym zwalczanie chorób, zostały wykonane zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi dla ekologicznej uprawy buraka cukrowego. Przeprowadzono ręczny zbiór buraków cukrowych z poletek doświadczalnych, 21.10.2024 r. Wymiary poletek doświadczalnych do oceny plonowania i obsady roślin: 2,7 m (szerokość) x 6 m (długość) = 16,2 m<sup>2</sup>

Określono plon korzeni oraz liści, obsadę roślin. Pobrano próby korzeni do oznaczania w IHAR-PIB w Bydgoszczy parametrów ich jakości na autoanalyzerze Venema (zawartość cukru, K, Na i N-alfaaminowego).

Obliczono technologiczny plonu cukru (TPC) wg uaktualnionej formuły Reinefelda:

$$\text{TPC} = \text{Pk} / 100 [\% \text{cukru} - 0,012(\text{K} + \text{Na}) - 0,024 \cdot \text{N-}\alpha\text{-NH}_2 - 1,08]$$

Pk – plon korzeni w t/ha    % cukru biologicznego

Melasotwory: K, Na i N- $\alpha$ -NH<sub>2</sub>, wartości w mmol/kg miazgi korzeni.

Wa=K+Na/ N- $\alpha$ -NH<sub>2</sub> Wa- wskaźnik alkaliczności

Parametry dotyczące plonowania opracowano statystycznie z wykorzystaniem analizy wariancji weryfikując istotność średnich testem t-Studenta dla p=0,05.

Wyników z oceny zachwaszczenia, z uwagi na duże zróżnicowanie danych pomiędzy wartościami z poszczególnych powtórzeń, nie można było ocenić statystycznie.

### **Przebieg warunków pogodowych**

W stacji meteorologicznej w Kruszwicy, która jest położona ok. 18 km od stanowiska, gdzie realizowano doświadczenie, zanotowano w okresie od 1. tygodnia stycznia do 43. tygodnia, w październiku 2024 roku średnią temperaturę powietrza 13,1°C i sumę opadów 383,8 mm (**rys. 1 i 2**, w końcowej części sprawozdania). W porównywalnym okresie w 2023 r. zarejestrowano odpowiednio: 11,6°C i 340,3 mm. Okres wegetacji buraka był zatem w 2024 r. wyraźnie cieplejszy i trochę bardziej zasobny w opady, w porównaniu do 2023 roku.

Warunki pogodowe w 2024 roku należy uznać za ogólnie sprzyjające rozwojowi roślin korzeniowych i dobremu plonowaniu, z uwagi na wyższe od średnich temperatury oraz średnią ilość opadów, których rozkład był wielokrotnie skrajnie zróżnicowany.

Podobnie jak w poprzednich latach, gleba ociepliła się i przeschła w połowie marca, co umożliwiło zakończenie uprawy roli i nawożenia do końca wymienionego miesiąca. Siewy buraka cukrowego na terenie województwa kujawsko-pomorskiego mogły być zatem realizowane już w pierwszej połowie kwietnia.

Wschody buraka cukrowego pojawiły się na początku maja. Były one niewyrównane, gdyż wystąpiły okresy ze zbyt dużymi opadami deszczu, co spowodowało zaskorupienie gleby i przeszkodziło w uzyskaniu wysokiej początkowej obsady roślin. W czerwcu ilość opadów wyrównała się, co wpłynęło pozytywnie na rozwój młodych roślin buraka. Na początku lipca zanotowano wysokie opady, a później do końca sierpnia ich intensywność nie odbiegała od średniej z ostatnich kilku lat. Początek września i października obfitował w opady, a w pozostałym okresie opady były umiarkowane, a w okresie od września do połowy października opady były niewielkie, przy znacznym nasłonecznieniu, co skutkowało przyrostem plonu buraka i akumulacją sacharozy. Pod koniec okresu wegetacji stwierdzono przeciętne porażenie chwościkiem aparatu liściowego buraka cukrowego.

### 3. WYNIKI BADAŃ

#### 3.1. Ocena zachwaszczenia

W miejscowości Kołodziejewo k. Janikowa, w gospodarstwie ekologicznym Bartłomieja Piskorskiego, przeprowadzono doświadczenie polowe w układzie pasowym, na glebie płowej typowej, kompleksu pszennego wadliwego. Na wyznaczonych do obserwacji poletkach stwierdzono występowanie następujących 20 gatunków chwastów:

1. Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*)
2. Dymnica pospolita (*Fumaria officinalis*)
3. Fiołek polny (*Viola arvensis*)
4. Gryka zwyczajna (*Fagopyrum esculentum Moench*)
5. Gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*)
6. Jasnota różowa (*Lamium amplexicaule*)
7. Komosa biała (*Chenopodium album*)
8. Mlecz zwyczajny (*Sonchus oleraceus*)
9. Ostrożeń polny (*Cirsium arvense*)
10. Owies głuchy (*Avena fatua*)
11. Powój polny (*Convolvulus arvensis*)
12. Przetacznik polny (*Veronica arvensis*)
13. Przytulia czepna (*Galium aparine*)
14. Rdest powojowy (*Polygonum convolvulus*)
15. Rdest ptasi (*Polygonum aviculare*)
16. Rumian polny (*Anthemis arvensis*)
17. Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*)
18. Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*)
19. Tobołki polne (*Thlaspi arvense*)
20. Wilczomlecz obrotny (*Euphorbia helioscopia*)

Szczegółowe wyniki oceny zachwaszczenia, przeprowadzonej dla 4 wariantów odchwaszczania, w 5 terminach i 4 powtórzeniach, obejmujące ilość chwastów, skład gatunkowy i świeżą masę chwastów z jednostki powierzchni, zamieszczono w 5 tabelach na końcu sprawozdania (**tab. 3a-3e**). W **tabeli 3** zawarte jest syntetyczne, oparte na średnich wartościach, zestawienie w/w wyników badań.

Dnia 13.05.2024 r, bezpośrednio przed 1. odchwaszczaniem, a po bronowaniu, stwierdzono na 4 wariantach odchwaszczania (A - bez odchwaszczania, kontrola, B - odchwaszczanie ręczne, C - sprzęt tradycyjny do odchwaszczania i D – sprzęt nowoczesny do odchwaszczania) od 186 do 294 chwastów na 1 m<sup>2</sup> poletka, co świadczy o stosunkowo jednolitym i ponadprzeciętnym stanie zachwaszczenia pola doświadczalnego. Masa chwastów wahała się od 41 do 61 g/m<sup>2</sup>. Po południu w/w dnia wariant A, czyli kontrolę (4 poletka) pozostawiono bez odchwaszczania, wariant B odchwaszczono ręcznie, mierząc czas pracy, a kolejnego dnia na wariacie C zastosowano pielnik tradycyjny, z kolei na D użyto do odchwaszczania pielnika ze sterowaniem optycznym.

Trzy tygodnie wcześniej (po siewie, ale przedwschodowo) zastosowano na wariacie C bronę tradycyjną, wleczoną, a na wariacie D bronę obrotową - chwastownik.



Dnia 04.06.2024, po 1 odchwaszczaniu i bronowaniu, dokonano pomiarów zachwaszczenia na wariantach, gdzie stosowano pielniki, w rzędach, na odcinkach 1 m rzędu z siewkami buraka, 7 cm z obu stron rzędu, co stanowiło powierzchnię  $7 \times 7 \times 100 \text{ cm} = 0,14 \text{ m}^2$  (jako jedno powtórzenie).

Pielnik optyczny umożliwił pracę elementów odchwaszczających bliżej rzędów z burakami, co wpłynęło na występowanie mniejszej liczby chwastów i mniejszej ich masy w porównaniu do wariantu z pielnikiem tradycyjnym (**tab. 3**).

**Tab. 3.** Wpływ wariantu odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na glebie płowej typowej; Kołodziejewo siew 15.04.2024 r. (wartości średnie)

Wariant odchwaszczania	Ilość chwastów w szt./1 m <sup>2</sup>	Masa chwastów w g/1 m <sup>2</sup>
13.05.2024 (przed 1. odchwaszczaniem)		
A - bez odchwaszczania	226	57,00
B - odchwaszczanie ręczne	211	61,00
C - sprzęt tradycyjny	186	48,00
D - sprzęt nowoczesny	294	41,00
04.06.2024 (po 1. odchwaszczaniu i bronie; 0,14 m <sup>2</sup> w rzędzie buraka 7+7x100 cm)		
C - sprzęt tradycyjny	7,75	43,75
D - sprzęt nowoczesny	7,00	33,25
07.06.2024 (po 1. odchwaszczaniu i zarazem przed 2. odchwaszczaniem)		
A - bez odchwaszczania	220	1568,00
B - odchwaszczanie ręczne	21	179,00
C - sprzęt tradycyjny	31	210,00
D - sprzęt nowoczesny	23	150,00
09.07.2024 (po 2. odchwaszczaniu)		
A - bez odchwaszczania	255	1871,50
B - odchwaszczanie ręczne	17	108,50
C - sprzęt tradycyjny	21	258,75
D - sprzęt nowoczesny	18	140,25
21.10.2024 (przed zbiorem buraka cukrowego)		
A - bez odchwaszczania	256	1376,75
B - odchwaszczanie ręczne	36	128,25
C - sprzęt tradycyjny	51	180,50
D - sprzęt nowoczesny	19	117,00

Dnia 07.06.2024, bezpośrednio przed 2. odchwaszczaniem (a po 1. odchwaszczaniu), na wariantcie A bez odchwaszczania wykazano około 10-krotnie większe zachwaszczenie (220 szt. chwastów i 1568 g chwastów/m<sup>2</sup>) niż na pozostałych 3 wariantach z odchwaszczaniem. Z kolei 09.07.2024, 4 tygodnie po 2. odchwaszczaniu, stwierdzono na 4 badanych wariantach odpowiednio: 255, 17, 21 i 18 chwastów/m<sup>2</sup> oraz 1872, 109, 259 i 140 g masy chwastów/m<sup>2</sup>. Dokumentuje to najlepszą skuteczność odchwaszczania po użyciu nowoczesnego sprzętu. Pomiary przeprowadzone w ostatnim terminie, bezpośrednio przed zbiorem buraka (21.10.2024), potwierdziły utrzymujące się dobre oddziaływanie odchwaszczające nowoczesnego sprzętu. Na

tym wariantcie zarejestrowano najmniejszą liczbę i masę chwastów (19 szt./m<sup>2</sup> i 117 g/m<sup>2</sup>). Dominującymi gatunkami chwastów były: rdest ptasi, komosa biała, przetacznik polny, owies głuchy i chwastnica jednostronna.

Aby porównać koszty związane z odchwaszczaniem na poszczególnych badanych wariantach, zmierzono czas potrzebny do 3-krotnego ręcznego usuwania chwastów na wariantcie B, a na wariantcie C. i D, gdzie zaplanowano odchwaszczanie maszynami rolniczymi, zestawiono aktualne koszty usług tymi maszynami, stosowane na terenie woj. kujawsko-pomorskiego i warmińsko-mazurskiego.

**Wariant B**, trzykrotne ręczne odchwaszczanie.

1.  $136,83+135,41+134,54+136,52 \text{ h/os./ha}=543,30 : 4 = 135,83 \text{ rh/ha} \times 28,10 \text{ zł/h}=3816,82 \text{ zł/ha}$
2.  $105,82+106,27+104,13+103,92 \text{ h/os./ha}=420,14 : 4 =105,04 \text{ rh/ha} \times 28,10 \text{ zł/h}=2951,62 \text{ zł/ha}$
3.  $98,66+100,10+102,02+102,21 \text{ h/os./ha}=402,99 : 4 =100,75 \text{ rh/ha} \times 28,10 \text{ zł/ha}=2831,08 \text{ zł/ha}$

Stawka 28,10 zł/h stanowi minimalną stawkę wynagrodzenia za 1 h pracy przy umowie zleceniu (stan w listopadzie 2024, odnoszący się do minimalnej płacy).

Łącznie koszt odchwaszczania ręcznego w 3 terminach (341,62h x 28,10zł): 9 600 zł/ha

**Wariant C**, pielnik tradycyjny i brona tradycyjna/wleczona

1. Brona tradycyjna/wleczona, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 115 zł= 115 zł/ha,
2. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 2 rh x 300 zł= 600 zł/ha,
3. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 2 rh x 300 zł= 600 zł/ha,

Łącznie koszt odchwaszczania w/w maszynami: 1 315 zł/ha

**Wariant D**, pielnik optyczny i brona obrotowa

1. Brona obrotowa/chwastownik, 3 m szer. rob. usługa: 0,5 rh x 225 zł= 113 zł/ha,
2. Pielnik optyczny, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 725 zł= 725 zł/ha,
3. Pielnik optyczny, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 725 zł= 725 zł/ha.

Łącznie koszt odchwaszczania w/w maszynami: 1 563 zł/ha

**Tab. 4.** Wpływ metody odchwaszczania na wielkość nakładów pracy oraz kosztów dotyczących odchwaszczania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego; Kołodziejewo 2024

Wariant odchwaszczania	Nakład pracy rh/ha	Koszt zł/ha
A - bez odchwaszczania	-	-
B - odchwaszczanie ręczne	341,6	9 600 (730%)
C - sprzęt tradycyjny	5	1315 (100%)
D - sprzęt nowoczesny	2,5	1563 (119%)

W porównaniu do zastosowania pielnika i brony tradycyjnej, pielenie ręczne jest nieopłacalne (jest 7,3 razy droższe) i prawie niemożliwe na dużych plantacjach, a użycie pielnika optycznego i brony obrotowej jest droższe o 19%, ale przyczynia się do szybszego i dokładniejszego odchwaszczenia pola.

### 3.2. Ocena plonowania, obsady roślin i wschodów

Wydajność buraka cukrowego była powiązana z wielkością zachwaszczenia poszczególnych wariantów w doświadczeniu (tab. 5). Najniższe plony korzeni, liści i cukru technologicznego wystąpiły na wariantcie kontrolnym, nie odchwaszczanym (plony niższe ok. 3-krotnie od pozostałych wariantów). Różnice w masie roślin buraka cukrowego pomiędzy wariantem nie odchwaszczanym, a pozostałymi wariantami obserwowano już w fazie ok. 3 par liści właściwych (masa 10 siewek buraka dla poszczególnych wariantów wynosiła: A. 212,3 g, B. 293,5 g, C. 279,0 g i D. 284,8 g). Pomędzy wariantami z różnymi trzema sposobami odchwaszczania udowodniono istotne różnice w plonowaniu, a wariant 4. z pielnikiem optycznym wykazał się największymi plonami korzeni, liści i cukru. Warianty z ręcznym odchwaszczaniem i użyciem pielnika tradycyjnego przyczyniły się również do wytworzenia wysokich w/w plonów. Zawartość cukru oraz melasotworów była niższa na wariantcie bez odchwaszczania, gdzie chwasty silnie konkurowały przy pobieraniu składników z burakiem. Wysoka zawartość cukru została zarejestrowana po odchwaszczaniu nowoczesnym sprzętem.

Końcowa obsada roślin i udział korzeni rozwidlonych (5,6-6,8%) nie były istotnie zróżnicowane. Uzyskaną obsadę roślin rzędu 80 tys. na 1 ha, można uznać za średnio korzystną. Bardziej pożądane w ekologicznej uprawie buraka są większe wartości obsady rzędu 100-120 tysięcy roślin/ha, gdyż ogranicza to do minimum przestrzeń rozwoju dla chwastów.

Wschody buraka cukrowego przedłużały się z uwagi na zaskorupienie gleby na początku maja. W połowie maja wzrosły i wyrównały się. Połowa zdolność wschodów była w niewielkim stopniu zróżnicowana i wynosiła średnio dla A 72,3%, B 70,8%, C 72,4% i D 71,0%. Poziom wschodów uzależniony od wiosennego przygotowania roli i opadów. Porażenie siewek przez patogeny zgorzelowe było niewielkie. Zanotowano średnie porażenie liści przez chwościka buraka, nie zróżnicowane na wariantach, silniejsze od połowy września.

**Tab. 5.** Plonowanie i jakość przetwórcza buraka cukrowego w zależności od wariantu odchwaszczania; Kołodziejewo, siew 15.04.2024, zbiór 21.10.2024

Wariant odchwaszczania	KOB tyś./ha	Plon w t/ha			Zawartość cukru %	Zawartość mmol/kg		
		korzeni	techn. cukru	liści		K	Na	Nam
A-bez odchwaszczania	80,5	21,7	3,07	12,3	16,16	36,2	2,08	19,4
B-odchw. ręczne	81,3	61,5	8,90	29,9	16,69	42,5	2,48	24,7
C-sprzęt tradycyjny	80,0	58,0	8,44	28,3	16,73	40,4	2,43	24,0
D-sprzęt nowoczesny	79,3	65,3	9,84	30,5	17,30	40,8	2,57	25,5
NIR (0,05)	n.i.	2,2	0,32	1,8	0,21	2,2	0,10	2,4

KOB - końcowa obsada buraków Nam- zawartość azotu alfaaminowego

### 3.3. Ocena pozostałych parametrów

Wilgotność gleby mierzona była na głębokości 5-8 cm w 4 terminach (**tab. 6**). Dnia 13.05.2024 nie stwierdzono zróżnicowania wilgotności gleby pomiędzy wariantami (7,39-7,68%). W drugim terminie, 04.06.2024, najniższa wilgotność wystąpiła na wariacie bez odchwaszczania (3,72%), a pomiędzy pozostałymi wariantami różnice były niewielkie. Mniejsza wilgotność była obserwowana jeszcze w kolejnym terminie, 09.07.2024, na poletkach bez odchwaszczania. W ostatnim terminie, przy zbiorze, różnice pomiędzy wariantami były już niewielkie (7,79-8,92%).

**Tab. 6.** Wilgotność gleby w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2024

Wariant odchwaszczania/ termin pomiaru	Wilgotność gleby [%]			
	13.05.2024	04.06.2024	09.07.2024	21.10.2024
A- bez odchwaszczania	7,51	3,72	5,95	8,00
B- odchwaszczanie ręczne	7,68	7,13	6,87	8,60
C- sprzęt tradycyjny	7,45	7,26	6,04	8,92
D- sprzęt nowoczesny	7,39	7,42	7,33	7,79

Oprócz wilgotności gleby mierzona była, w tych samych terminach, także temperatura gleby na głębokości 5 i 10 cm (**tab. 7**). Różnice w temperaturach gleby na głębokości 5 i 10 cm były w terminie czerwcowym i październikowym niewielkie, dochodzące zwykle do 1°C, a w terminach majowym i lipcowym, wyższe, do 2°C. Uwarunkowane to było przebiegiem pogody w okresie wegetacji buraka cukrowego, przede wszystkim okresowym nasłonecznieniem. W czerwcu, lipcu i październiku pomiary wykazały wyższe temperatury na głębokości 5 cm na wariacie kontrolnym, z silnym zachwaszczeniem.

**Tab. 7.** Temperatura gleby mierzona na głębokości 5 i 10 cm, w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2024

Wariant odchwaszczania/ termin pomiaru	Temperatura gleby [°C]							
	13.05.2024		04.06.2024		09.07.2024		21.10.2024	
	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 m
A-bez odchwaszczania	20,8	18,6	20,1	19,4	22,8	19,8	15,7	14,9
B-odchwaszczanie ręczne	20,6	18,9	19,8	18,6	22,2	19,7	15,2	14,7
C-sprzęt tradycyjny	20,7	18,6	19,1	18,3	22,3	19,6	15,3	14,9
D-sprzęt nowoczesny	20,8	18,9	19,7	19,1	22,2	19,9	15,2	14,8

W trakcie wegetacji buraka cukrowego wykonano pomiary zwięzłości gleby mechanicznym penetrometrem na głębokości gleby 10 cm, 20 cm, 30 cm i 40 cm. Pomiary przeprowadzono 13.05.2024, przed 1. zabiegiem odchwaszczania pielnikami oraz 09.07.2024, po 2. odchwaszczaniu pielnikami. Przy zbiorze buraka pomiarów nie udało się wykonać, gdyż

gleba była zbyt zagęszczona. W terminie majowym, przed zabiegami odchwaszczania, nie stwierdzono większych różnic w zwięzłości gleby w zależności od badanego wariantu. Z kolei w terminie drugim, po drugim odchwaszczaniu, większe zagęszczenie gleby, zwłaszcza na głębokości 10 cm wystąpiło na wariantach po stosowaniu pielników, w porównaniu do wariantów z ręcznym odchwaszczaniem, bądź też bez odchwaszczania.

**Tab. 8** Zwięzłość gleby mierzona na głębokości 10, 20, 30 i 40 cm (w N/cm<sup>2</sup>)\*, w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Kołodziejewo 2024

Wariant odchwaszczania	13.05.2024				09.07.2024			
	Warstwy gleby (cm)				Warstwy gleby (cm)			
	10	20	30	40	10	20	30	40
A-bez odchwaszczania	228,3	290	345	355	362,5	437,5	558,8	587,5
B-odchwaszczanie ręczne	257,5	307,5	357,5	370	380	443,8	500	541,3
C-sprzęt tradycyjny	241,3	268,8	320	356,3	435	477,5	545	585
D-sprzęt nowoczesny	246,3	287,5	305	330	430	457,5	550	577,5

\*N/cm<sup>2</sup> = Niuton/cm<sup>2</sup>

#### 4. STWIERDZENIA I WNIOSKI

1.) Pomiary stanu zachwaszczenia wykonane przed zbiorem buraka cukrowego wykazały utrzymujące się od czerwca bardzo skuteczne oddziaływanie odchwaszczające nowoczesnego sprzętu. Po zastosowaniu pielnika optycznego z broną obrotową, zarejestrowano na początku października najmniejszą liczbę i masę chwastów: 19 szt./m<sup>2</sup> i 22 g/m<sup>2</sup>, co potwierdziło najlepszą efektywność tego wariantu odchwaszczania.

2.) W porównaniu do zastosowania pielnika tradycyjnego z broną wleczoną, pielenie ręczne jest nieopłacalne (7,3 razy droższe), a przy tym nierealne do przeprowadzenia na większych plantacjach, natomiast użycie pielnika optycznego z broną obrotową jest droższe o 19% od zastosowania maszyn tradycyjnych, ale przyczynia się do wyraźnie lepszego odchwaszczenia plantacji.

3.) Na wariacie bez odchwaszczania uzyskano bardzo niskie plony, stanowiące 30-35% wielkości plonów uzyskanych w pozostałych wariantach doświadczenia. Pomiedzy wariantami z różnymi sposobami odchwaszczania udowodniono istotne różnice w parametrach plonowania. Największe plony korzeni i cukru technologicznego zebrano z wariantu z nowoczesnymi maszynami odchwaszczającymi. Mniejsze plony zarejestrowano po ręcznym odchwaszczaniu oraz użyciu tradycyjnego pielnika.

4.) Wyraźnie mniejsza wilgotność gleby utrzymuje się w okresie letnim (czerwiec - lipiec) na wariacie bez odchwaszczania, w porównaniu do wariantów z odchwaszczaniem. Wynika to z obecności licznych chwastów na wariacie kontrolnym, bez odchwaszczania, które przez cały

okres wegetacji pobierały wodę z gleby. W okresie czerwca i lipca zaobserwowano tendencję wyższej wilgotności gleby na wariancie z nowoczesnym sprzętem, który wpływał na dokładniejsze usuwanie chwastów.

5.) W okresie wegetacji buraka cukrowego, w czerwcu i październiku, stwierdzono tendencję wyższych temperatur gleby na głębokościach 5 i 10 cm na części pola bez odchwaszczania, co wynika z mniejszej wilgotności gleby na tej części pola.

6.) Przejazdy pielnikami po polu powodują w pierwszej połowie okresu wegetacji większą zwięzłość gleby w międzyrzędziach (po których przemieszczały się koła maszyn rolniczych), w porównaniu do wariantów bez stosowania maszyn odchwaszczających, ale przy zbiorze buraka różnice te nie występują, a gleba jest wówczas niezależnie od wariantu silnie zagęszczona.

## **5. ZALECENIA DLA ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO**

W następstwie większej precyzji pracy, przejawiającej się w możliwości mechanicznego usuwania chwastów do odległości 2,5 cm z obu stron rzędu z roślinami buraka, pielnik ze sterowaniem optycznym można uznać za najbardziej skuteczną maszyną do odchwaszczania buraka cukrowego i innych roślin uprawianych w szerokich międzyrzędziach. Tradycyjne pielniki pozwalają na usuwanie chwastów do odległości ok. 7,5 cm z obu stron rzędu z burakami, są zatem znacznie mniej skuteczne w odchwaszczaniu i wymagają ręcznej korekty w rzędach.

Pielniki ze sterowaniem optycznym powinny być zatem zalecane do stosowania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego i innych roślin uprawianych w szerokich międzyrzędziach, co pozostaje w ścisłym związku z nasilającym się w ostatnich latach stanem zachwaszczenia, zwłaszcza plantacji buraka z tradycyjną uprawą, co niewątpliwie jest efektem mniejszej ilości dostępnych środków ochrony roślin i zredukowanej liczby substancji aktywnych w nich zawartych.

Zakup nowoczesnego, precyzyjnego pielnika ze sterowaniem optycznym może być dużym wyzwaniem finansowym dla plantatorów, niemniej zabiegi tym pielnikiem wykonane usługowo, stanowią bardzo dobre rozwiązanie problemu z zachwaszczeniem plantacji, co powinno zachęcić plantatorów buraka cukrowego do uprawy ekologicznej.

Bazując na jednorocznych doświadczeniach polowych na czarnej ziemi oraz glebie płowej typowej, które dostarczyły wiele pozytywnych, obiecujących dla praktyki wyników, zredagowano poniżej wstępne zalecenia dla plantatorów, zachęcające ich do wypróbowania nowoczesnego sprzętu do odchwaszczania buraka cukrowego, na wymienionych gatunkach gleb i w warunkach zachwaszczenia i pogody zbliżonych do tych z rejonu Kujaw.

W przedstawionych warunkach glebowych (gleba płowa typowa, czarna ziemia) i pogodowych zaleca się przeprowadzenie zwalczania chwastów w uprawie ekologicznej buraka cukrowego z zastosowaniem następujących zabiegów:

1. Użycie brony obrotowej – chwastownika, od momentu pojawienia się chwastów na polu obsianym burakiem cukrowym, gdy jeszcze nie ma widocznych wschodów buraka

(stosujemy wtedy, gdy jest silne, wczesne zachwaszczenie; możliwe jest niekiedy niewielkie osłabienie wschodów buraka), aż do momentu 1-2 pary liści właściwych buraka (najkorzystniejszy moment - 1 para liści właściwych); działanie takie sprzyja także usunięciu zaskorupienia gleby i jej napowietrzeniu.

2. Użycie pielnika ze sterowaniem optycznym, od 2 pary liści właściwych buraka.
3. Użycie pielnika ze sterowaniem optycznym, po raz drugi (lub trzeci, przy nasilonym pojawianiu się chwastów) od 3 pary liści właściwych buraka, najpóźniej do zakrycia międzyrzędzi.

Wykonawcy doświadczenia planują kontynuację badań z precyzyjnym, nowoczesnym sprzętem odchwaszczającym w uprawie ekologicznej na stanowisku z glebą płową typową, na której najczęściej jest realizowana produkcja buraka cukrowego i warzyw korzeniowych, uprawianych w szerokich rzędach. Uzyskanie kolejnych wyników potwierdzających bardzo korzystne, precyzyjne działanie nowoczesnych maszyn, umożliwi przygotowanie opracowania z, uwzględniającymi różne warunki uprawy, zaleceniami prowadzącymi do skuteczniejszego w praktyce rolniczej, zwalczania chwastów.

## 6. CYTOWANE PIŚMIENNICTWO

- CHITWOOD D.J. 2002. Phytochemical based strategies for nematode control. *Annu. Rev. Phytopathol.*; 40: 221–249.
- DAUB M., WESTPHAL A. 2011. Integriertes Nematodenmanagement in Fruchtfolgesystemen mit Zuckerrüben. *Sugar Industry*; 9:41–50.
- HEIJBROEK W., MUNNING R.G., SWINKELS L.P.J.C. 1998. The effects of trap crops, flower mixtures and bare fallow, grown as a rotational set aside on nematodes and fungal pathogens in soil. In: 61st IIRB Congress, 11-12 February 1998, Brussels, Belgium. Abstract book: 71–85.
- KUNZ, C., WEBER, J. F., & GERHARDS, R. 2015. Benefits of precision farming technologies for mechanical weed control in soybean and sugar beet—comparison of precision hoeing with conventional mechanical weed control. *Agronomy*, 5(2), 130-142.
- KUNZ, C., WEBER, J. F., & GERHARDS, R. 2016. Comparison of different mechanical weed control strategies in sugar beets. *Julius-Kühn-Archiv*, (452), 446.
- KUNZ, C., WEBER, J. F., PETEINATOS, G. G., SÖKEFELD, M., & GERHARDS, R. 2018. Camera steered mechanical weed control in sugar beet, maize and soybean. *Precision Agriculture*, 19(4), 708-720.
- MACHLEB, J., PETEINATOS, G. G., SÖKEFELD, M., & GERHARDS, R. 2021. Sensor-based intrarow mechanical weed control in sugar beets with motorized finger weeders. *Agronomy*, 11(8), 1517.
- MELANDER, B. 2000. Mechanical weed control in transplanted sugar beet. In *Proceedings of the 4th EWRS Workshop on Physical Weed Control Elspeet, the Netherlands* (pp. 25-25).
- NOWAKOWSKI M. 2002. Proekologiczna technologia uprawy buraka cukrowego. W: *Wdrażanie nowych proekologicznych technologii w zakresie produkcji roślin uprawnych*. Mat. 84/02 IUNG Puławy; 41–84.
- NOWAKOWSKI M. 2013. Przydatność gorzycy białej i rzodkwi oleistej jako mulczu, nawozu i czynnika ochrony fitosanitarnej w uprawie buraka cukrowego. *Monografie i Rozprawy*

- Naukowe IHAR-PIB Nr 43, ISBN 83-891172-67-4: 150 ss.
- PASTUSZEWSKA T., FRANKE K., NOWAKOWSKI M. 2013. Badanie wpływu uprawy gorczycy białej na zagęszczenie populacji mątwika ziemniaczanego (*Globodera rostochiensis*) w glebie. Biul. IHAR; 269: 141–148.
- ROLAND, G., KOSTYANTYN, B., & HANS-JOACHIM, S. 2017. Sugar beet yield loss predicted by relative weed cover, weed biomass and weed density. Plant Protection Science, 53(2), 118-125.
- SOLTANI, N., DILLE, J. A., ROBINSON, D. E., SPRAGUE, C. L., MORISHITA, D. W., LAWRENCE, N. C., & SIKKEMA, P. H. 2018. Potential yield loss in sugar beet due to weed interference in the United States and Canada. Weed Technology, 32(6), 749-753.
- TILLET, N. D., HAGUE, T., & MILES, S. J. 2002. Inter-row vision guidance for mechanical weed control in sugar beet. Computers and electronics in agriculture, 33(3), 163-177.
- TYBURSKI J., SZYMCZAK-NOWAK J., ŁADA M., NOWAKOWSKI M. 2004. Ekologiczna uprawa buraka cukrowego. Red. J. Tyburski. Wyd. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego Radom. ISBN 83-89060-69-8: 63 ss.
- TYBURSKI J., SADOWSKI T. (red.) 2013. Ograniczanie zachwaszczenia w rolnictwie ekologicznym. Podręcznik akademicki, UWM w Olsztynie.
- TYBURSKI i in., 2016-2018. Sprawozdania. Projekty ekologiczne.
- VIG A.P., RAMPAL G., THIND T.S., ARORA S. 2009. Bio-protective effects of glucosinolates—A review. LWT-Food Sci Technol; 42:1561–1572.



## 7. POZOSTAŁE TABELI, RYSUNKI I ZDJĘCIA

Tab. 3a. Wpływ wariantu odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego glebie płowej typowej; Kołodziejewo, 13.05.2024 r. (przed 1 przejazdem pielnikiem; 1-2 para liści właściwych buraka cukrowego)

13.05.2024			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./1 m <sup>2</sup>	Waga chwastów w g/1 m <sup>2</sup>
Bez odchwaszczania 1	rdest ptasi	82	36
	komosa biała	74	
	przetacznik polny	48	
	owies głuchy	36	
	jasnota różowa	4	
	tasznik pospolity	4	
<b>Suma</b>		248	
Bez odchwaszczania 2	rdest ptasi	92	28
	przetacznik polny	28	
	owies głuchy	60	
	tasznik pospolity	8	
	komosa biała	88	
<b>Suma</b>		276	
Bez odchwaszczania 3	ostrożeń polny	12	84
	rdest ptasi	28	
	komosa biała	100	
	przetacznik polny	20	
	jasnota różowa	4	
	owies głuchy	32	
<b>Suma</b>		196	
Bez odchwaszczania 4	rdest ptasi	12	80
	komosa biała	92	
	ostrożeń polny	48	
	przetacznik polny	24	
	jasnota różowa	4	
	rdest powojowy	4	
<b>Suma</b>		184	228
Odchwaszczanie ręczne 1	rdest ptasi	76	32
	owies głuchy	40	
	przetacznik polny	68	
	komosa biała	8	
	jasnota różowa	4	
<b>Suma</b>		196	
Odchwaszczanie ręczne 2	rdest ptasi	70	24
	komosa biała	22	
	przetacznik polny	12	

	tasznik pospolity	16	
	owies głuchy	8	
	fiótek polny	4	
<b>Suma</b>		132	
Odchwaszczanie ręczne 3	rdest ptasi	52	76
	komosa biała	80	
	ostrożeń polny	24	
	owies głuchy	28	
	tasznik pospolity	4	
	gwiazdnica pospolita	4	
<b>Suma</b>		192	
Odchwaszczanie ręczne 4	komosa biała	130	112
	rdest ptasi	62	
	owies głuchy	88	
	ostrożeń polny	20	
	przetacznik polny	16	
	tasznik pospolity	8	
<b>Suma</b>		324	244
Sprzęt tradycyjny 1	komosa biała	144	36
	rdest ptasi	52	
	jasnota różowa	8	
	tasznik pospolity	4	
	owies głuchy	4	
<b>Suma</b>		212	
Sprzęt tradycyjny 2	rdest ptasi	156	52
	tobołki polne	28	
	tasznik pospolity	16	
	owies głuchy	20	
	ostrożeń polny	4	
<b>Suma</b>		224	
Sprzęt tradycyjny 3	rdest ptasi	96	68
	jasnota różowa	20	
	komosa biała	24	
	owies głuchy	24	
	ostrożeń polny	12	
	tasznik pospolity	8	
<b>Suma</b>		184	
Sprzęt tradycyjny 4	rdest ptasi	52	36
	komosa biała	24	
	owies głuchy	24	
	jasnota różowa	20	
	dymnica pospolita	4	
<b>Suma</b>		124	192
Sprzęt nowoczesny 1	rdest ptasi	116	36
	komosa biała	96	
	przetacznik polny	42	

	owies głuchy	40	
	tasznik pospolity	28	
	jasnota różowa	4	
<b>Suma</b>		326	
Sprzęt nowoczesny 2	rdest ptasi	110	44
	tasznik pospolity	48	
	owies głuchy	48	
	komosa biała	32	
	rdest powojowy	4	
	jasnota różowa	8	
<b>Suma</b>		250	
Sprzęt nowoczesny 3	rdest ptasi	130	32
	tasznik pospolity	72	
	owies głuchy	72	
	dymnica pospolita	8	
	gryka zwyczajna	4	
<b>Suma</b>		286	
Sprzęt nowoczesny 4	rdest ptasi	172	52
	przetacznik polny	76	
	owies głuchy	48	
	ostrożeń polny	12	
	tasznik pospolity	4	
<b>Suma</b>		312	164
13.05.2024			
<b>Średnia Bez odchwaszczania</b>		226	57
<b>Średnia Odchwaszczanie ręczne</b>		211	61
<b>Średnia Sprzęt tradycyjny</b>		186	48
<b>Średnia Sprzęt nowoczesny</b>		294	41

**Tab. 3b.** Wpływ metody odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na glebie płowej typowej; Kołodziejewo, 04.06.2024r.  
(po 1. przejeździe pielnikiem i bronowaniu)

04.06.2024			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./0,14 m <sup>2</sup>	Waga chwastów w g 0,14 m <sup>2</sup>
Sprzęt tradycyjny 1	rdest ptasi	6	35
	komosa biała	1	
	chwastnica jednostronna	1	
	<b>Suma</b>	8	
Sprzęt tradycyjny 2	rdest ptasi	3	26
	komosa biała	2	
	<b>Suma</b>	5	
Sprzęt tradycyjny 3	rdest ptasi	10	61
	komosa biała	2	
	<b>Suma</b>	12	
Sprzęt tradycyjny 4	rdest ptasi	3	53
	komosa biała	1	
	chwastnica jednostronna	1	
	ostrożeń polny	1	
	<b>Suma</b>	6	
Sprzęt nowoczesny 1	chwastnica jednostronna	3	36
	rdest ptasi	1	
	przetacznik polny	2	
	tasznik pospolity	1	
	fiołek polny	2	
	<b>Suma</b>	9	
Sprzęt nowoczesny 2	rdest ptasi	2	49
	przetacznik polny	3	
	chwastnica jednostronna	2	
	przytulia czepna	1	
	<b>Suma</b>	8	
Sprzęt nowoczesny 3	przetacznik polny	1	7
	chwastnica jednostronna	1	
	ostrożeń polny	1	
	fiołek polny	1	
	przytulia czepna	1	
	<b>Suma</b>	5	
Sprzęt nowoczesny 4	rdest ptasi	2	41

	ostrożeń polny	3	
	fiólek polny	1	
Suma		6	133
04.06.2024			
Średnia Sprzęt tradycyjny		7,75	43,75
Średnia Sprzęt nowoczesny		7,00	33,25

**Tab. 3c.** Wpływ metody odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na glebie płowej typowej; Kołodziejewo, 07.06.2024r. (po 1. przejeździe i zarazem przed 2. przejazdem pielnikiem)

07.06.2024			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./1 m <sup>2</sup>	Waga chwastów w g/1 m <sup>2</sup>
Bez odchwaszczania 1	rdest ptasi	80	1072
	komosa biała	68	
	tobołki polne	8	
	chwastnica jednostronna	32	
	powój polny	4	
	owies głuchy	4	
	Suma		
Bez odchwaszczania 2	rdest ptasi	104	1888
	komosa biała	60	
	chwastnica jednostronna	40	
	tobołki polne	8	
	Suma		
Bez odchwaszczania 3	rdest ptasi	64	1700
	chwastnica jednostronna	68	
	komosa biała	44	
	owies głuchy	12	
	tobołki polne	20	
	przytulia czepna	8	
	Suma		
Bez odchwaszczania 4	rdest ptasi	104	1612
	komosa biała	88	
	chwastnica jednostronna	44	
	owies głuchy	8	
	przytulia czepna	4	
	ostrożeń polny	4	
	tasznik pospolity	4	
	Suma		

Suma		256	6272
Odchwaszczanie ręczne 1	chwastnica jednostronna tobołki polne	16 4	120
Suma		20	
Odchwaszczanie ręczne 2	chwastnica jednostronna rdest ptasi	12 4	236
Suma		16	
Odchwaszczanie ręczne 3	chwastnica jednostronna komosa biała ostrożeń polny	8 4 8	200
Suma		20	
Odchwaszczanie ręczne 4	rdest ptasi chwastnica jednostronna komosa biała	8 16 4	160
Suma		28	716
Sprzęt tradycyjny 1	rdest ptasi komosa biała	12 16	224
Suma		28	
Sprzęt tradycyjny 2	komosa biała rdest ptasi chwastnica jednostronna szarłat szorstki	8 28 12 4	240
Suma		52	
Sprzęt tradycyjny 3	komosa biała rdest ptasi chwastnica jednostronna	4 8 4	208
Suma		16	
Sprzęt tradycyjny 4	komosa biała chwastnica jednostronna rdest ptasi	8 16 4	168
Suma		28	840
Sprzęt nowoczesny 1	przetacznik polny chwastnica jednostronna	13 9	132
Suma		22	
Sprzęt nowoczesny 2	chwastnica jednostronna	22	84
Suma		22	
Sprzęt nowoczesny 3	rdest ptasi	24	144
Suma		24	

Sprzęt nowoczesny 4	rdest ptasi	14	240
	ostrożęń polny	10	
<b>Suma</b>		24	600
07.06.2024			
<b>Średnia Bez odchwaszczania</b>		220	1568
<b>Średnia Odchwaszczanie ręczne</b>		21	179
<b>Średnia Sprzęt tradycyjny</b>		31	210
<b>Średnia Sprzęt nowoczesny</b>		23	150

**Tab. 3d.** Wpływ metody odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na glebie płowej typowej; Kołodziejewo, 09.07.2024r (po 2. przejeździe pielnikiem)

09.07.2024			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./1 m <sup>2</sup>	Waga chwastów w g/1 m <sup>2</sup>
Bez odchwaszczania 1	rdest ptasi	88	1142
	komosa biała	68	
	tobołki polne	8	
	chwastnica jednostronna	42	
	powój polny	4	
	owies głuchy	4	
<b>Suma</b>		214	
Bez odchwaszczania 2	rdest ptasi	124	1964
	komosa biała	60	
	chwastnica jednostronna	48	
	tobołki polne	8	
<b>Suma</b>		240	
Bez odchwaszczania 3	rdest ptasi	68	1750
	chwastnica jednostronna	120	
	komosa biała	48	
	owies głuchy	12	
	tobołki polne	20	
	przytulia czepna	8	
<b>Suma</b>		276	
Bez odchwaszczania 4	rdest ptasi	110	2630
	komosa biała	90	
	chwastnica jednostronna	64	

	owies głuchy	8	
	przytulica czepna	4	
	ostrożeń polny	8	
	tasznik pospolity	4	
<b>Suma</b>		288	7486
Odchwaszczanie ręczne 1	chwastnica jednostronna	14	108
<b>Suma</b>		14	
Odchwaszczanie ręczne 2	chwastnica jednostronna	18	108
<b>Suma</b>		18	
Odchwaszczanie ręczne 3	chwastnica jednostronna	14	102
<b>Suma</b>		14	
Odchwaszczanie ręczne 4	komosa biała	8	116
	ostrożeń polny	6	
	rdest ptasi	7	
<b>Suma</b>		21	
Sprzęt tradycyjny 1	chwastnica jednostronna	12	264
	rdest ptasi	4	
	komosa biała	4	
	fiołek polny	4	
<b>Suma</b>		24	
Sprzęt tradycyjny 2	rdest ptasi	8	350
	chwastnica jednostronna	4	
	rumian polny	4	
<b>Suma</b>		16	
Sprzęt tradycyjny 3	rdest ptasi	8	181
	komosa biała	8	
<b>Suma</b>		16	
Sprzęt tradycyjny 4	rdest ptasi	8	240
	chwastnica jednostronna	16	
	komosa biała	4	
<b>Suma</b>		28	
Sprzęt nowoczesny 1	rdest ptasi	12	112
	chwastnica jednostronna	8	
	wilczomlec obrotny	4	
<b>Suma</b>		24	
Sprzęt nowoczesny 2	rdest ptasi	8	68
	chwastnica jednostronna	4	
<b>Suma</b>		12	
Sprzęt nowoczesny 3	rdest ptasi	8	187



	chwastnica jednostronna	20	
Suma		28	
Sprzęt nowoczesny 4	chwastnica jednostronna	8	194
Suma		8	561
09.07.2024			
Średnia Bez odchwaszczania		254,5	1871,5
Średnia Odchwaszczanie ręczne		16,8	108,5
Średnia Sprzęt tradycyjny		21,0	258,8
Średnia Sprzęt nowoczesny		18,0	140,3

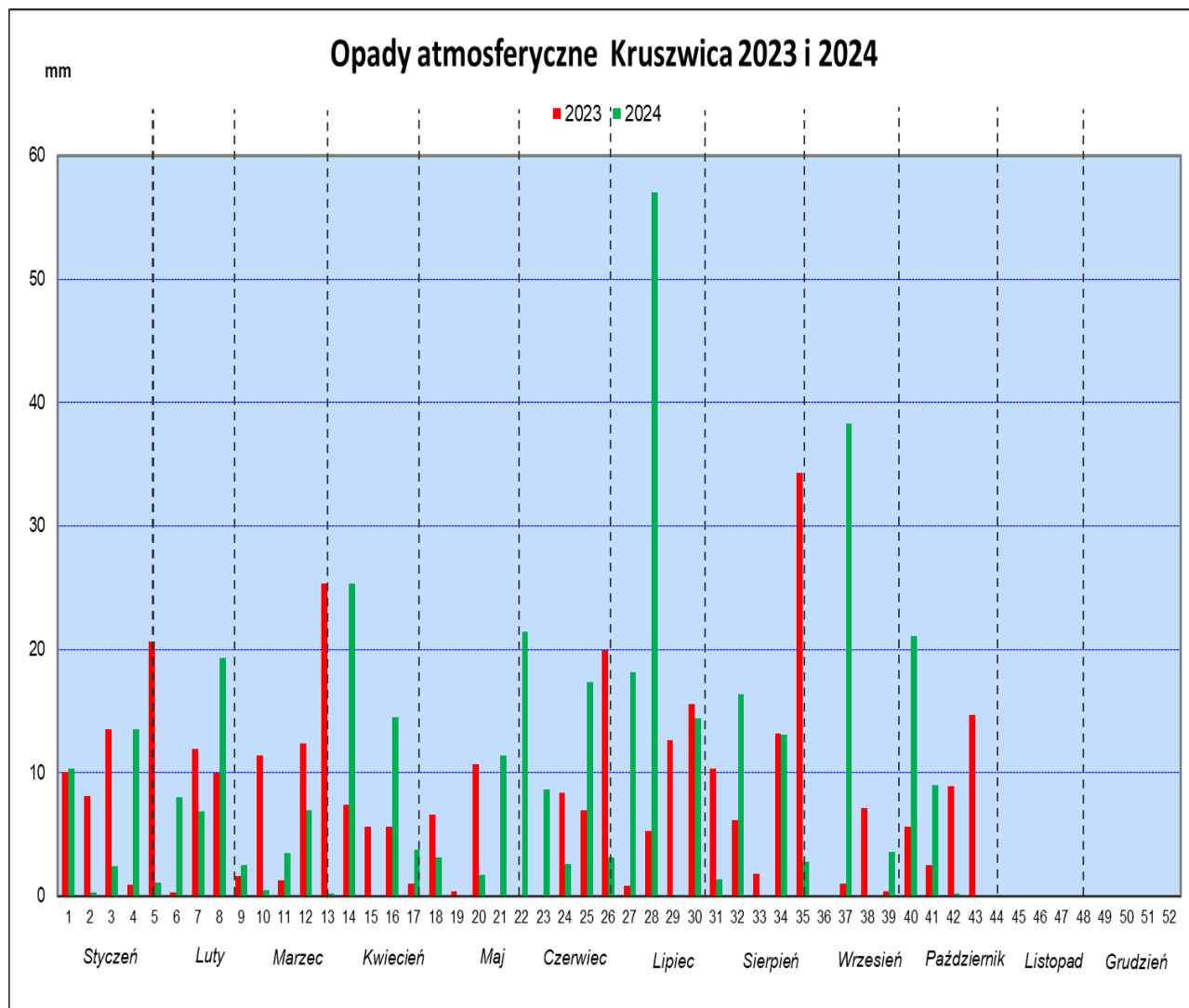
**Tab. 3e.** Wpływ metody odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na glebie płowej typowej; Kołodziejewo, 21.10.2024 r. (przed zbiorem buraka cukrowego)

21.10.2024			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./1 m <sup>2</sup>	Waga chwastów w g/1 m <sup>2</sup>
Bez odchwaszczania 1	rdest ptasi	92	1187
	komosa biała	68	
	tobołki polne	12	
	chwastnica jednostronna	42	
	powój polny	4	
	przetacznik polny	4	
Suma		222	
Bez odchwaszczania 2	rdest ptasi	132	1145
	komosa biała	60	
	chwastnica jednostronna	48	
	tobołki polne	10	
Suma		250	
Bez odchwaszczania 3	rdest ptasi	65	1321
	chwastnica jednostronna	117	
	komosa biała	52	
	owies głuchy	14	
	tobołki polne	18	
	przytulia czepna	6	
Suma		272	
Bez odchwaszczania 4	rdest ptasi	112	1854
	komosa biała	76	

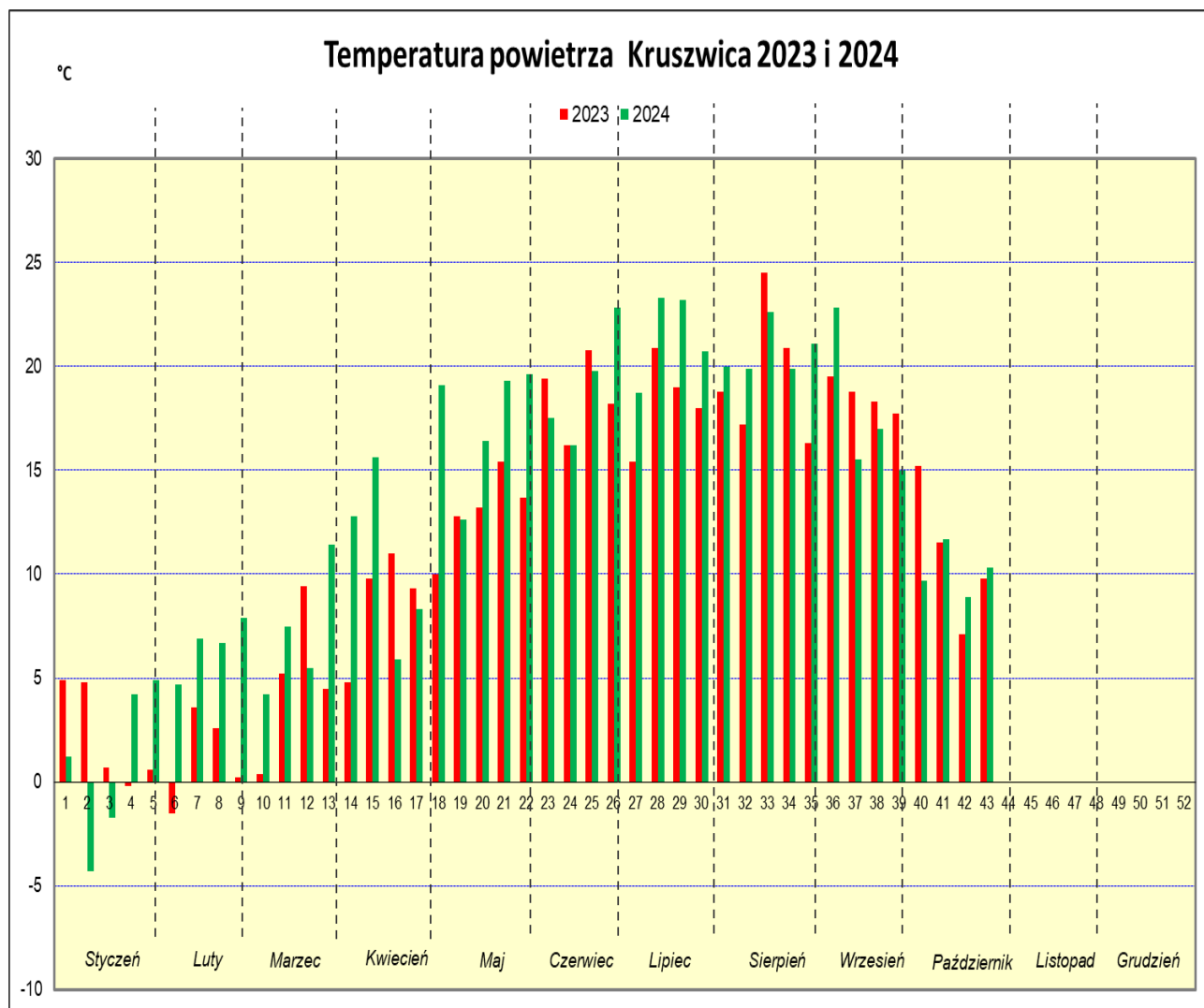
	chwastnica jednostronna	60	
	owies głuchy	12	
	prytulia czepna	8	
	ostrożeń polny	6	
	tasznik pospolity	6	
	<b>Suma</b>	<b>280</b>	<b>5507</b>
Odchwaszczanie ręczne 1	chwastnica jednostronna	12	122
	tasznik pospolity	4	
	przetacznik polny	4	
	<b>Suma</b>	<b>20</b>	
Odchwaszczanie ręczne 2	chwastnica jednostronna	8	122
	rdest ptasi	4	
	przetacznik polny	24	
	<b>Suma</b>	<b>36</b>	
Odchwaszczanie ręczne 3	chwastnica jednostronna	4	112
	przetacznik polny	48	
	ostrożeń polny	4	
	<b>Suma</b>	<b>56</b>	
Odchwaszczanie ręczne 4	przetacznik polny	12	157
	ostrożeń polny	12	
	perz zwyczajny	7	
	<b>Suma</b>	<b>31</b>	<b>513</b>
Sprzęt tradycyjny 1	komosa biała	8	134
	przetacznik polny	12	
	chwastnica jednostronna	8	
	tasznik pospolity	4	
	<b>Suma</b>	<b>32</b>	
Sprzęt tradycyjny 2	tasznik pospolity	16	112
	chwastnica jednostronna	16	
	wilczomlecz obrotny	4	
	komosa biała	4	
	<b>Suma</b>	<b>40</b>	
Sprzęt tradycyjny 3	tasznik pospolity	40	312
	rumian polny	36	
	rdest ptasi	8	
	<b>Suma</b>	<b>84</b>	
Sprzęt tradycyjny 4	przetacznik polny	36	164
	komosa biała	4	
	chwastnica jednostronna	4	
	mlecz zwyczajny	4	
	<b>Suma</b>	<b>48</b>	<b>722</b>

Sprzęt nowoczesny 1	chwastnica jednostronna	16	152
<b>Suma</b>		16	
Sprzęt nowoczesny 2	chwastnica jednostronna przetacznik polny	12 4	127
<b>Suma</b>		16	
Sprzęt nowoczesny 3	chwastnica jednostronna tasznik pospolity mlecz zwyczajny	24 4 4	137
<b>Suma</b>		32	
Sprzęt nowoczesny 4	chwastnica jednostronna komosa biała	8 4	52
<b>Suma</b>		12	468
21.10.2024			
<b>Średnia Bez odchwaszczania</b>		256	1376,75
<b>Średnia Odchwaszczanie ręczne</b>		35,75	128,25
<b>Średnia Sprzęt tradycyjny</b>		51	180,5
<b>Średnia Sprzęt nowoczesny</b>		19	117

**Rys. 1.** Sumy opadów atmosferycznych w Kruszwicy w okresie: styczeń–październik 2024 r. (1-43 tydzień roku), w porównaniu do 2023 r.



**Rys. 2.** Średnie temperatury powietrza w Kruszwicy w okresie: styczeń–październik 2024 r. (1-43 tydzień roku), w porównaniu do 2023 r.



Fot. 1. Pielnik precyzyjny ze sterowaniem optycznym; Kołodziejewo k. Janikowa 2024



Fot. 2. Pielnik tradycyjny; Kołodziejewo k. Janikowa 2024



Fot. 3. Zabieg przedwiosenny broną obrotową/chwastownikiem; Kołodziejewo k. Janikowa 2024



Fot. 4. Pole doświadczalne z wariantem odchwaszczającym z zastosowaniem pielnika optycznego; Kołodziejewo k. Janikowa 2024



Fot. 5. Pole doświadczalne z systemami odchwaszczania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego; po prawej wariant bez odchwaszczania; Kołodziejewo k. Janikowa 2024

