



**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
doskonalenia metod zwalczania chwastów w ekologicznej uprawie
roślin rolniczych (odchwaszczanie buraka cukrowego)**

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

mgr inż. Marcin Żurek

mgr inż. Robert Nelke

mgr inż. Magdalena Maćkowiak

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi DEJ.re.027.10.2023
w sprawie przyznawania dotacji na pokrycie kosztów badań na rzecz rolnictwa ekologicznego

BYDGOSZCZ 2023

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.....	10
3.3. OCENA POZOSTAŁYCH PARAMETRÓW.....	11
4. STWIERDZENIA I WNIOSKI	12
5. ZALECENIA DLA ROLNICTWA EKOLOGICZNEGO.....	13
6. CYTOWANE PIŚMIENNICTWO	13
7. POZOSTAŁE TABELI, RYSUNKI I ZDJĘCIA.....	15

1. WPROWADZENIE I CEL BADAŃ

Większość rolników pochodzących z krajów UE jest zgodna co do tego, że największym problemem w rolnictwie ekologicznym jest nadmierne zachwaszczenie i możliwości jego zwalczania (TYBURSKI i in., 2013). Autorzy opracowanego projektu proponują przeprowadzenie badań o bardzo istotnym znaczeniu dla rozwoju rolnictwa ekologicznego w Polsce, a mianowicie przetestowanie nowoczesnych maszyn odchwaszczających, redukujących niemal całkowicie nakłady pracy ręcznej w pielenu roślin uprawianych w szerokich rzędach (kukurydza, soja i inne rośliny strączkowe, burak cukrowy, rzepak, warzywa w uprawie polowej). Rośliną testową będzie burak cukrowy, który można także uznać za warzywo w uprawie polowej. Europejskiej produkcji buraka cukrowego towarzyszy bardzo chłonny rynek, korzystne ceny za ekologiczne wytwarzane korzenie, a także stabilny i wypłacalny partner – cukrownia.

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 pełnoskalowej, ekologicznej uprawy buraka cukrowego i produkcji cukru ekologicznego w Polsce, jest wypracowanie niechemicznych metod odchwaszczania, z minimalnym lub zerowym 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 wypracowanie alternatywnych, niechemicznych metod odchwaszczania bez udziału ręcznej pracy. Szanse na to dają nowoczesne maszyny do mechanicznego odchwaszczania: pielnik optyczny i brona obrotowa.

Jak wcześniej wspomniano, chwasty stanowią najpoważniejszy problem ekologicznej uprawy roślin, a zwłaszcza buraka cukrowego. Silne zachwaszczenie może dramatycznie 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 istotnych dla praktyki pozytywnych rezultatów, stąd skupiono się na mechanicznym zwalczaniu chwastów.

Dane literaturowe wskazują na rosnące zainteresowanie niechemicznymi metodami ochrony roślin korzeniowych (HEIJBOEK i in. 1998, CHITWOOD 2002, DAUB i WESTPHAL 2011, NOWAKOWSKI 2013). Dostępne obecnie w sprzedaży nowoczesne pielniki sterowane optycznie oraz wyjątkowo skuteczne i działające bez uszczerbku względem 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 autorski 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.

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 Mateusza Stanka w Sokolnikach 11, koło Kruszwicy (certyfikat nr 061917). W badaniach uczestniczyła także Katedra Agroekosystemów i Ogrodnictwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, którą reprezentował pan prof. Józef Tyburski, posiadający duże doświadczenie w badaniach dotyczących ekologicznego systemu uprawy.

Doświadczenie polowe realizowane było na Kujawach na czarnej ziemi, wytworzonej z gliny średniej. Badaniami objęto następujące warianty odchwaszczania buraka cukrowego:

- A/ obiekt kontrolny, bez żadnego zwalczania chwastów,
- B/ odchwaszczanie wyłącznie ręczne,
- C/ odchwaszczanie broną tradycyjną (wleczoną) i pielnikiem tradycyjnym, uzupełnione ewentualnie pieleniem 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 Fantazja, w typie cukrowości N (KHBC), z odpornością na rizomanię i chwościka i z dosyć obfitym ulistnieniem. Na każdym z 4 obiektów doświadczalnych w wyznaczonych losowo miejscach o powierzchni 1 m², w 4 powtórzeniach, przed i po ok. 14 dniach 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 m²),

- 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; 05.03.2023 r.

Warstwa gleby w cm	mg w dm ³ gleby		
	N-NO ₃	P	K
0 - 30	n 19	ś 49	ś 110

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

Tab. 2. Odczyn, zasolenie i zawartość próchnicy w glebie; 05.03.2023 r.

Warstwa gleby w cm	pH _{KCl}	Zasolenie g /dm ³	Zawartość próchnicy %
0 - 30	o 7,1	n 0,38	ś 2,64

Odczyn gleby: o – obojętny. Pozostałe objaśnienia – jak w tab.1

Opierając się na wynikach wiosennej analizy agrochemicznej gleby, ze stanowiska w Sokolnikach, i dotychczasowym plonowaniu (średnie plony buraka cukrowego: 60-70 t/ha), ustalono jednakowy poziom uzupełniającego zasobność gleby nawożenia NK, które zastosowano w następujących dawkach: 100 kg K₂O/ha jesienią 2022 r., w formie Patentkali, oraz 70+30 kg N/ha w postaci Bioilsa, przedsięwzięcie + po uformowaniu obsady.

W 2021 r na stanowisku doświadczalnym był rozrzucony obornik bydlęcy w dawce 25 t/ha.

Zastosowane nawożenie zagwarantowało, że stanowisko doświadczalne w pełni nadawało do uprawy buraka cukrowego.

Siew wykonano 13.04.2023 r. z odstępem w rzędzie co 18 cm, a między rzędami 45 cm. Przedplonem była cebula. 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, 4.10.2023r. Określono plon korzeni oraz liści, obsadę roślin. Pobrano próby korzeni do oznaczania w IHAR-PIB w Bydgoszczy parametrów ich jakości na autoanalizatorze Venema (zawartość cukru, K, Na i N-alfaaminowego).

Wymiary wyznaczonych poletek doświadczalnych do oceny plonowania i obsady roślin:

2,7 m (szerokość) x 6 m (długość) = 16,2 m²

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

Melasyotwory: K, Na i N- α -NH₂, wartości w mmol/kg miazgi korzeni.

$Wa = K + Na / N - \alpha - NH_2$ Wa- wskaźnik alkaliczności

Wyniki z 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 meteo w Kruszwicy, która jest położona ok. 9 km od stanowiska, gdzie realizowano doświadczenie, zanotowano w okresie od 1. tygodnia stycznia do 43. tygodnia, w październiku 2023 roku średnią temperaturę powietrza $11,6^{\circ}C$ i sumę opadów 340,3 mm (**rys. 1 i 2**, w końcowej części sprawozdania). W porównywalnym okresie w 2022 r. zarejestrowano odpowiednio: $11,0^{\circ}C$ i 418,4 mm. Okres wegetacji buraka był zatem w 2023 r. znacznie cieplejszy, ale bardziej ubogi w opady, w porównaniu do 2022 roku.

Warunki pogodowe w 2023 roku należy uznać za średnio sprzyjające rozwojowi roślin korzeniowych i dobremu plonowaniu, z uwagi na niewystarczającą ilość opadów, których rozkład był mocno zróżnicowany zależnie od stanowiska i miesiąca okresu wegetacyjnego.

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 pierwszym tygodniu kwietnia.

Wschody buraka cukrowego pojawiły się na początku maja. Były one niewyrównane, gdyż wystąpiły znaczne niedobory opadów w kwietniu, które spowodowały na wielu plantacjach opóźnienia z uzyskaniem zadawalającej początkowej obsady roślin. W czerwcu ilość opadów została częściowo zrekompensowana i rozwój roślin nabrał tempa. W lipcu i sierpniu intensywność opadów nie odbiegała od średniej z ostatnich kilku lat, a w okresie od września do połowy października opady były niewielkie, przy dużym nasłonecznieniu, co wpłynęło pozytywnie na przyrost plonu buraka, a także sprzyjało gromadzeniu cukru. Pod koniec okresu wegetacji buraka wystąpiło średnie porażenie chwościkiem aparatu liściowego.

3. Wyniki badań

3.1. Ocena zachwaszczenia

W miejscowości Sokolniki k. Kruszwicy, w gospodarstwie ekologicznym Mateusza Stanka, przeprowadzono doświadczenie polowe w układzie pasowym, na czarnej ziemi, kompleksu pszennego dobrego. Na wyznaczonych do obserwacji poletkach stwierdzono występowanie n/w 15 gatunków chwastów oraz facelii błękitnej:

1. Bodziszek porożcinany (*Geranium dissectum*)
2. Chwastnica jednostronna (*Echinochloa crus-galli*)
3. Facelia błękitna (*Phacelia tanacetifolia*)
4. Fiołek polny (*Viola arvensis*)
5. Gwiazdnica pospolita (*Stellaria media*)
6. Jasnota różowa (*Lamium amplexicaule*)
7. Komosa biała (*Chenopodium album*)
8. Perz właściwy (*Agropyron repens*)
9. Rdest plamisty (*Polygonum persicaria*)
10. Rdest powojowy (*Polygonum convolvulus*)
11. Rdest ptasi (*Polygonum aviculare*)
12. Rumian polny (*Anthemis arvensis*)
13. Starzec zwyczajny (*Senecio vulgaris*)
14. Szarłat szorstki (*Amaranthus retroflexus*)
15. Tasznik pospolity (*Capsella bursa-pastoris*)
16. Życica trwała (*Lolium perenne*)

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 19.05.2023 r, bezpośrednio przed 1. odchwaszczaniem stwierdzono na 4 wariantach odchwaszczania (A - bez odchwaszczania, kontrola, B - odchwaszczanie ręczne, C - sprzęt tradycyjny do odchwaszczania i D – sprzęt nowoczesny do odchwaszczania) od 65 do 83 chwastów na 1 m² poletka, co świadczy o stosunkowo jednolitym i średnim stanie zachwaszczenia pola doświadczalnego. Masa chwastów wahała się od 189 do 238 g/m². Po południu wymienionego dnia wariant A, kontrolę (4 poletka) pozostawiono bez odchwaszczania, wariant B odchwaszczono ręcznie, mierząc czas pracy, a na wariancie C zastosowano pielnik tradycyjny, z kolei na D użyto do odchwaszczania pielnika ze sterowaniem optycznym.

Po tygodniu zastosowano na wariancie C bronę tradycyjną, wleczoną, a na wariancie D bronę obrotową - chwastownik.

Dnia 02.06.2023, po 1 odchwaszczaniu i bronowaniu, dokonano pomiarów zachwaszczenia na wariantach, gdzie stosowano pielniki, w rzędach, na odcinkach rzędów z siewkami buraka, 7 cm z obu stron rzędu, co stanowiło powierzchnię 7x7x100cm= 0,14 m² (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 czarnej ziemi kujawskiej; Sokolniki siew 13.04.2023 r. (wartości średnie)

Wariant odchwaszczania	Ilość chwastów w szt./1 m ²	Masa chwastów w g/1 m ²
19.05.2023 (przed 1 odchwaszczaniem i bronowaniem)		
A - bez odchwaszczania	78	219,00
B - odchwaszczanie ręczne	83	203,00
C - sprzęt tradycyjny	65	189,00
D - sprzęt nowoczesny	81	238,00
02.06.2023 (po 1 odchwaszczaniu i bronie; 0,14 m ² w rzędzie buraka 7+7x100 cm)		
C - sprzęt tradycyjny	5,25	6,50
D - sprzęt nowoczesny	3,75	4,00
05.06.2023 (po 1. odchwaszczaniu i zarazem przed 2. odchwaszczaniem)		
A - bez odchwaszczania	81	515,00
B - odchwaszczanie ręczne	19,5	97,00
C - sprzęt tradycyjny	18	122,00
D - sprzęt nowoczesny	20	111,00
05.07.2023 (po 2 odchwaszczaniu)		
A - bez odchwaszczania	101	552,00
B - odchwaszczanie ręczne	19	86,00
C - sprzęt tradycyjny	17	55,00
D - sprzęt nowoczesny	12	30,00
04.10.2023 (przed zbiorem buraka cukrowego)		
A - bez odchwaszczania	106	570,00
B - odchwaszczanie ręczne	24	73,00
C - sprzęt tradycyjny	18	39,00
D - sprzęt nowoczesny	9	22,00

Dnia 05.06.2023, bezpośrednio przed 2. odchwaszczaniem (a po 1. odchwaszczaniu), na wariantcie A bez odchwaszczania wykazano ponad 4-krotnie większe zachwaszczenie (81 chwastów i 515 g chwastów/m²) niż na pozostałych 3 wariantach z odchwaszczaniem.

Z kolei 05.07.2023, 4 tygodnie po 2. odchwaszczaniu, stwierdzono na 4 badanych wariantach odpowiednio: 101, 19, 17 i 12 chwastów/m² oraz 552, 86, 55 i 30 g masy chwastów/m².

Wskazuje to na najlepszą skuteczność odchwaszczania po użyciu nowoczesnego sprzętu.

Pomiary przeprowadzone w ostatnim terminie, krótko przed zbiorem buraka (04.10.2023), potwierdziły utrzymujące się bardzo dobre oddziaływanie odchwaszczające nowoczesnego sprzętu. Na tym wariantcie zarejestrowano najmniejszą liczbę i masę chwastów (9 szt./m² i 22 g/m²). Dominującymi gatunkami chwastów były: komosa biała, szarłat szorski i perz właściwy.

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-olsztyńskiego.

Wariant B, trzykrotne ręczne odchwaszczanie.

1. $72,01+66,87+82,03+82,30 \text{ h/os./ha}=203,41 :4= 75,85 \text{ rh/ha} \times 23,50 \text{ zł/h}=1782,48 \text{ zł/ha}$
2. $48,35+40,12+59,67+59,16 \text{ h/os./ha}=207,30 :4= 51,83 \text{ rh/ha} \times 23,50 \text{ zł/h}=1218,01 \text{ zł/ha}$
3. $41,04+44,10+55,30+68,10 \text{ h/os./ha}=208,54 :4= 52,14 \text{ rh/ha} \times 23,50 \text{ zł/h}=1225,29 \text{ zł/ha}$

Stawka 23,50 zł/h stanowi minimalną stawkę wynagrodzenia za 1 h pracy przy umowie zleceniu.

Łącznie koszt odchwaszczania ręcznego w 3 terminach: 4225,78 zł/ha

Wariant C, pielnik tradycyjny i brona tradycyjna/wleczona

1. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 2 rh x 250 zł= 500 zł/ha,
2. Brona tradycyjna/wleczona, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 100 zł= 100 zł/ha,
3. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 2 rh x 250 zł= 500 zł/ha,

Łącznie koszt odchwaszczania w/w maszynami: 1 100 zł/ha

Wariant D, pielnik optyczny i brona obrotowa

1. Pielnik optyczny, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 650 zł= 650 zł/ha,
2. Brona obrotowa/chwastownik, 3 m szer. rob. usługa: 0,5 rh x 200 zł= 100 zł/ha,
3. Pielnik tradycyjny, 3 m szer. rob., usługa: 1 rh x 650 zł= 650 zł/ha.

Łącznie koszt odchwaszczania w/w maszynami: 1 400 zł/ha

Tab. 4 Wpływ metody odchwaszczania na wielkość nakładów pracy oraz kosztów dotyczących odchwaszczania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego; Sokolniki 2023

Wariant odchwaszczania	Nakład pracy rh/ha	Koszt zł/ha
A - bez odchwaszczania	-	-
B - odchwaszczanie ręczne	179,8	4226 (384%)
C - sprzęt tradycyjny	5	1100 (100%)
D - sprzęt nowoczesny	2,5	1400 (127%)

W porównaniu do zastosowania pielnika i brony tradycyjnej, pielienie ręczne jest nieopłacalne (jest 3,84 razy droższe) i mało realne na większych plantacjach, a użycie pielnika optycznego i brony obrotowej jest droższe o 27%, ale przyczynia się do wyraźnie szybszego i dokładniejszego odchwaszczenia pola.

3.2. Ocena plonowania, obsady roślin i wschodów

Poziom plonowania buraka cukrowego był skorelowany z intensywnością zachwaszczenia poszczególnych wariantów w doświadczeniu (**tab. 5**). Najniższe plony korzeni, liści i cukru technologicznego wystąpiły na wariancie kontrolnym, nie odchwaszczanym (plony niższe o ok. 50% od pozostałych wariantów). Różnice w masie roślin buraka cukrowego

między wariantem nie odchwaszczanym, a pozostałymi wariantami obserwowano już w fazie 4 par liści właściwych (masa 10 siewek buraka dla poszczególnych wariantów wynosiła: A. 230,6 g, B. 280,4 g, C. 269,5 g i D. 278,9 g). Między wariantami z różnymi sposobami odchwaszczania nie udowodniono znacznie większych różnic w plonowaniu, niemniej wariant 4. z pielnikiem optycznym wykazał się największymi plonami korzeni i cukru.

Zawartość cukru oraz melasotworów była niższa na wariantach bez odchwaszczania. Końcowa obsada roślin i udział korzeni rozwidlonych (1,2-2,5%) nie były istotnie zróżnicowane.

Poziom końcowej obsady roślin można uznać za średnio korzystny. Bardziej pożądane w ekologicznej uprawie buraka są obsady rzędu 100-120 tysięcy roślin/ha, gdyż ogranicza to do minimum przestrzeń rozwoju dla chwastów.

Wschody buraka cukrowego przedłużały się z uwagi na niedobory wody w kwietniu i na początku maja. W połowie maja wyrównały się i ustabilizowały na zadawalającym poziomie.

Pozioma zdolność wschodów była w niewielkim stopniu zróżnicowana i wynosiła średnio dla A 73,1%, B 70,4%, C 71,5% i D 72,3%. Poziom wschodów uzależniony był bardziej od wiosennego przygotowania roli i opadów, a mniej od porażenia siewek przez patogeny zgorzelowe. Z chorób liści jedynie chwościk buraka spowodował umiarkowane porażenie (nie zróżnicowane na wariantach) i to dopiero od połowy września.

Tab. 5. Plonowanie i jakość przetwórcza buraka cukrowego w zależności od wariantu odchwaszczania; Sokolniki siew 13.04.2023

Wariant odchwaszczania	KOB tys./ha	Plon w t/ha			Zawartość cukru %	Zawartość mval/kg		
		korzeni	techn. cukru	liści		K	Na	Nam
A-bez odchwaszczania	83,8	35,4	4,74	20,6	15,47	39,4	1,70	20,8
B-odchw. ręczne	79,5	71,7	10,14	36,3	16,31	42,4	1,88	22,7
C-sprzet tradycyjny	81,3	69,2	9,80	37,3	16,36	43,2	1,93	23,9
D-sprzet nowoczesny	83,0	72,8	10,34	35,4	16,39	42,0	2,03	24,0
NIR (0,05)	n.i.	3,3	0,44	2,1	0,28	3,0	0,14	2,2

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 19.05.2023 nie stwierdzono zróżnicowania wilgotności gleby pomiędzy wariantami (8,87-9,13%). W drugim terminie, 05.06.2023, najniższa wilgotność wystąpiła na wariantach bez odchwaszczania (2,85%), a pomiędzy pozostałymi wariantami różnice były niewielkie.

Mniejsza wilgotność utrzymywała się jeszcze w kolejnym terminie, 05.07.2023, na poletkach bez odchwaszczania, a na wariantach z pielnikiem optycznym zanotowano wyraźnie wyższą wilgotność (11,00%). W ostatnim terminie, przy zbiorze, różnice pomiędzy wariantami były już nie istotne (9,91-11,20%).

Tab. 6. Wilgotność gleby w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Sokolniki 2023

Wariant odchwaszczania/ termin pomiaru	Wilgotność gleby [%]			
	19.05.2023	05.06.2023	05.07.2023	04.10.2023
A- bez odchwaszczania	8,96	2,85	8,02	10,92
B- odchwaszczanie ręczne	9,13	6,04	8,45	11,08
C- sprzęt tradycyjny	8,87	5,63	8,82	9,91
D- sprzęt nowoczesny	9,05	6,11	11,00	11,20

Oprócz wilgotności gleby badania 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 majowym i październikowym niewielkie, dochodzące do 0,5 °C. Wiosną cieplejsza była gleba na głębokości 5 cm, a przy zbiorze - na większej głębokości. W terminie czerwcowym i lipcowym różnice w temperaturach dla obu głębokości powiększyły się do kilku °C i zdecydowanie cieplejsza stała się wierzchnia warstwa gleby, co korespondowało z przebiegiem pogody w okresie wegetacji buraka cukrowego. W czerwcu i październiku pomiary wykazały wyraźnie wyższe temperatury na obu głębokościach na wariantcie kontrolnym, z silnym zachwaszczeniem.

Tab. 7. Temperatura gleby mierzona na głębokości 5 i 10 cm, w zależności od wariantu odchwaszczania i terminu pomiaru; Sokolniki 2023

Wariant odchwaszczania/ termin pomiaru	Temperatura gleby [°C]							
	19.05.2023		05.06.2023		05.07.2023		04.10.2023	
	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 cm	5 cm	10 m
A-bez odchwaszczania	14,6	14,3	34,4	30,5	20,6	18,5	14,4	14,8
B-odchwaszczanie ręczne	14,5	14,2	29,5	27,8	20,2	18,5	13,9	14,2
C-sprzęt tradycyjny	14,3	14,0	30,9	29,2	20,5	18,6	13,9	14,2
D-sprzęt nowoczesny	14,4	14,2	29,5	27,2	20,5	18,6	13,8	14,4

4. Stwierdzenia i wnioski

1.) Pomiary zachwaszczenia wykonane bezpośrednio przed zbiorem buraka cukrowego wykazały utrzymujące się od czerwca bardzo dobre oddziaływanie odchwaszczające nowoczesnego sprzętu. Na tym wariantcie odchwaszczania, zarejestrowano na początku października najmniejszą liczbę i masę chwastów: 9 szt./m² i 22 g/m², co dokumentuje najlepszą skuteczność odchwaszczania po użyciu pielnika optycznego z broną obrotową.

2.) W porównaniu do zastosowania pielnika tradycyjnego z broną wleczoną, pielenie ręczne jest nieopłacalne (3,84 razy droższe) i mało realne do przeprowadzenia na większych plantacjach, a użycie pielnika optycznego z broną obrotową jest droższe o 27%, ale przyczynia się do wyraźnie lepszego odchwaszczenia pola.

3.) Na wariantcie bez odchwaszczania uzyskano plony niższe o ponad 50%, a pomiędzy wariantami z różnymi sposobami odchwaszczania nie udowodniono istotnych różnic w plonowaniu, niemniej wariant z pielnikiem optycznym i broną obrotową przyczynił się do wytworzenia największych plonów korzeni i cukru.

4.) Wyraźnie mniejsza wilgotność gleby utrzymuje się w okresie letnim (czerwiec - lipiec) na wariantcie bez odchwaszczania, w porównaniu do wariantów z odchwaszczaniem. Wynika to z obecności licznych chwastów na wariantcie kontrolnym, bez odchwaszczania, które pobierają pokaźne ilości wody z gleby. W okresie od lipca do zbioru buraka zaobserwowano wyższą wilgotność gleby na wariantcie z nowoczesnym sprzętem, który wpływał na skuteczniejsze i dokładniejsze usuwanie chwastów, roślin silnie zmniejszających zasoby wody w glebie.

5.) W okresie wegetacji buraka cukrowego, zwłaszcza w czerwcu i październiku, stwierdzono wyższe temperatury gleby na głębokościach 5 i 10 cm na części pola bez odchwaszczania, co powiązane jest z mniejszą wilgotnością gleby na tej części pola.

5. Zalecenia dla rolnictwa ekologicznego

Z uwagi na większą precyzję pracy, przejawiającą się w możliwości mechanicznego usuwania chwastów do odległości 2,5 cm z obu stron rzędu z roślinami buraka, pielnik ze sterowaniem optycznym jest obecnie 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 bardziej czasochłonnej ręcznej korekty w rzędach.

Pielniki ze sterowaniem optycznym powinny być zatem jak najbardziej zalecane do stosowania w ekologicznej, a także integrowanej 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 źródeł 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, stanowiąc będą bardzo dobre rozwiązanie problemu z zachwaszczeniem plantacji, co powinno zachęcić plantatorów buraka cukrowego do uprawy ekologicznej.

Bazując na przeprowadzonych, jednorocznych doświadczeniach polowych, które dostarczyły wiele pozytywnych, obiecujących dla praktyki wyników, sformułowano jedynie wstępne zalecenia dla plantatorów, zachęcające ich do wypróbowania nowoczesnego sprzętu do odchwaszczania buraka cukrowego. Realizatorzy doświadczenia planują kontynuację badań z precyzyjnym sprzętem odchwaszczającym w uprawie ekologicznej. Uzyskanie kolejnych wyników potwierdzających bardzo korzystne, precyzyjne działanie nowoczesnych maszyn, stanowiąc będzie podstawę do opracowania nowego, istotnie skuteczniejszego w praktyce rolniczej, programu 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 gorczycy 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., SZYMCAK-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 tabele, rysunki i zdjęcia

Tab. 3a. Wpływ wariantu odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na czarnej ziemi kujawskiej; Sokolniki, 19.05.2023 r. (przed 1 przejazdem pielnikiem i broną; 1-2 para liści właściwych buraka cukrowego)

19.05.2023			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./1 m ²	Masa chwastów w g/1 m ²
Bez odchwaszczania 1	perz właściwy	44	240
	komosa biała	8	
	starzec zwyczajny	8	
	szałat szorstki	4	
	rumian polny	4	
	tasznik pospolity	4	
Suma		72	
Bez odchwaszczania 2	perz właściwy	112	216
	komosa biała	8	
Suma		120	
Bez odchwaszczania 3	perz właściwy	28	236
	komosa biała	20	
	starzec zwyczajny	4	
	szałat szorstki	12	
	życica trwała	4	
	rdest plamisty	4	
Suma		72	
Bez odchwaszczania 4	perz właściwy	20	184
	komosa biała	12	
	tasznik pospolity	4	
	życica trwała	4	
	szałat szorstki	4	
	starzec zwyczajny	4	
Suma		48	876
Odchwaszczanie ręczne 1	tasznik pospolity	4	132
	facelia błękitna	4	
	perz właściwy	28	
	komosa biała	8	
	szałat szorstki	4	
	starzec zwyczajny	4	
Suma		52	
Odchwaszczanie ręczne 2	fiólek polny	4	168
	perz właściwy	28	
	komosa biała	24	
	facelia błękitna	4	
Suma		60	

Odchwaszczanie ręczne 3	bodiszek porocz. starzec zwyczajny perz właściwy facelia błękitna komosa biała szarłat szorstki	4 8 40 4 16 20	284
Suma		92	
Odchwaszczanie ręczne 4	fiolatek polny perz właściwy tasznik pospolity starzec zwyczajny bodiszek porocz. komosa biała szarłat szorstki	4 48 4 4 4 44 16	228
Suma		128	812
Sprzęt tradycyjny 1	starzec zwyczajny komosa biała perz właściwy szarłat szorstki	8 8 32 4	140
Suma		52	
Sprzęt tradycyjny 2	starzec zwyczajny perz właściwy szarłat szorstki komosa biała życica trwała	8 16 4 16 4	164
Suma		48	
Sprzęt tradycyjny 3	starzec zwyczajny rdest powojowy komosa biała szarłat szorstki	8 4 24 20	172
Suma		56	
Sprzęt tradycyjny 4	starzec zwyczajny komosa biała szarłat szorstki perz właściwy fiolatek polny tasznik pospolity	16 28 24 28 4 4	280
Suma		104	756

Sprzęt nowoczesny 1	perz właściwy życica trwała starzec zwyczajny fiolek polny komosa biała gwiazdnica pospolita tasznik pospolity szarłat szorstki	32 4 4 4 16 8 4 8	224
Suma		80	
Sprzęt nowoczesny 2	perz właściwy fiolek polny życica trwała	48 8 16	176
Suma		72	
Sprzęt nowoczesny 3	fiolek polny komosa biała rdest powojowy perz właściwy	8 48 4 16	268
Suma		76	
Sprzęt nowoczesny 4	perz właściwy komosa biała jasnota różowa tasznik pospolity	52 24 4 16	284
Suma		96	952
19.05.2023			
Średnia Bez odchwaszczania		78	219
Średnia Odchwaszczanie ręczne		83	203
Średnia Sprzęt tradycyjny		65	189
Średnia Sprzęt nowoczesny		81	238

Tab. 3b. Wpływ metody odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na czarnej ziemi kujawskiej; Sokolniki, 02.06.2023 r. (po 1 przejeździe pielnikiem i broną lub ręcznym odchwaszczaniu)

02.06.2023			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./0,14 m ² (w rzędzie buraka 7+7x100 cm)	Masa chwastów w g /0,14 m ² (w rzędzie buraka 7+7x100 cm)
Sprzęt tradycyjny 1	tasznik pospolity	1	9,00
	szarłat szorstki	1	
	starzec zwyczajny	1	
	komosa biała	1	
	perz właściwy	1	
Suma		5	
Sprzęt tradycyjny 2	komosa biała	1	4,00
	rdest powojowy	1	
	fiołek polny	1	
Suma		3	
Sprzęt tradycyjny 3	chwastnica jednostr.	3	5,00
	komosa biała	3	
Suma		6	
Sprzęt tradycyjny 4	komosa biała	5	8,00
	szarłat szorstki	2	
Suma		7	26,00
Sprzęt nowoczesny 1	szarłat szorstki	3	7,00
	komosa biała	1	
	perz właściwy	4	
Suma		8	
Sprzęt nowoczesny 2	szarłat szorstki	2	3,00
	perz właściwy	2	
	fiołek polny	2	
Suma		6	
Sprzęt nowoczesny 3	szarłat szorstki	1	1,00
Suma		1	
Sprzęt nowoczesny 4	szarłat szorstki	1	5,00
	starzec zwyczajny	1	
	perz właściwy	3	
Suma		5	16,00
02.06.2023			
Średnia Sprzęt tradycyjny		5,25	6,50
Średnia Sprzęt nowoczesny		3,75	4,00

Tab. 3c. Wpływ metody odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na czarnej ziemi kujawskiej; Sokolniki, 05.06.2023r.
(po 1. przejeździe i zarazem przed 2 przejazdem pielniakiem lub ręcznym odchwaszczaniem)

05.06.2023			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./1 m ²	Masa chwastów w g/1 m ²
Bez odchwaszczania 1	perz właściwy rdest powojowy szarłat szorstki komosa biała	48 4 8 8	548
Suma		68	
Bez odchwaszczania 2	szarłat szorstki perz właściwy	4 76	492
Suma		80	
Bez odchwaszczania 3	rdest plamisty komosa biała szarłat szorstki bodziszek porzecz. perz właściwy	8 20 4 4 48	596
Suma		84	
Bez odchwaszczania 4	perz właściwy komosa biała tasznik pospolity życica trwała szarłat szorstki	32 20 12 12 16	424
Suma		92	2060
Odchwaszczanie ręczne 1	tasznik pospolity komosa biała szarłat szorstki	4 8 4	88
Suma		16	
Odchwaszczanie ręczne 2	komosa biała fiołek polny	16 8	112
Suma		24	
Odchwaszczanie ręczne 3	perz właściwy komosa biała szarłat szorstki	4 8 8	88
Suma		20	
Odchwaszczanie ręczne 4	szarłat szorstki perz właściwy komosa biała tasznik pospolity	4 4 8 2	100
Suma		18	388
Sprzęt tradycyjny 1	komosa biała perz właściwy	4 8	104

Suma		12	
Sprzęt tradycyjny 2	tasznik pospolity perz właściwy szarłat szorstki	4 8 12	132
Suma		24	
Sprzęt tradycyjny 3	życica trwała komosa biała szarłat szorstki	12 4 4	128
Suma		20	
Sprzęt tradycyjny 4	życica trwała perz właściwy komosa biała	4 8 4	124
Suma		16	488
Sprzęt nowoczesny 1	perz właściwy szarłat szorstki	12 8	112
Suma		20	
Sprzęt nowoczesny 2	perz właściwy szarłat szorstki	8 8	104
Suma		16	
Sprzęt nowoczesny 3	komosa biała perz właściwy szarłat szorstki	4 12 4	108
Suma		20	
Sprzęt nowoczesny 4	perz właściwy komosa biała szarłat szorstki	12 4 8	120
Suma		24	444
05.06.2023			
Średnia Bez odchwaszczania		81	515
Średnia Odchwaszczanie ręczne		19,5	97
Średnia Sprzęt tradycyjny		18	122
Średnia Sprzęt nowoczesny		20	111

Tab. 3d. Wpływ metody odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na czarnej ziemi kujawskiej; Sokolniki, 05.07.2023r. (po 2 przejeździe pielnikiem lub ręcznym odchwaszczaniu)

05.07.2023			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./1 m ²	Masa chwastów w g/1 m ²
Bez odchwaszczania 1	perz właściwy komosa biała szarłat szorstki	92 8 4	628
Suma		104	
Bez odchwaszczania 2	perz właściwy szarłat szorstki	104 4	504
Suma		108	
Bez odchwaszczania 3	perz właściwy szarłat szorstki komosa biała bodziszek porożc.	76 4 8 4	656
Suma		92	
Bez odchwaszczania 4	perz właściwy komosa biała tasznik pospolity życica trwała szarłat szorstki	60 16 12 8 4	420
Suma		100	2208
Odchwaszczanie ręczne 1	perz właściwy komosa biała	12 4	68
Suma		16	
Odchwaszczanie ręczne 2	szarłat szorstki perz właściwy	8 16	104
Suma		24	
Odchwaszczanie ręczne 3	perz właściwy komosa biała	16 4	100
Suma		20	
Odchwaszczanie ręczne 4	perz właściwy szarłat szorstki	12 4	72
Suma		16	344
Sprzęt tradycyjny 1	perz właściwy rdest ptasi	16 4	64
Suma		20	
Sprzęt tradycyjny 2	komosa biała szarłat szorstki	8 4	48

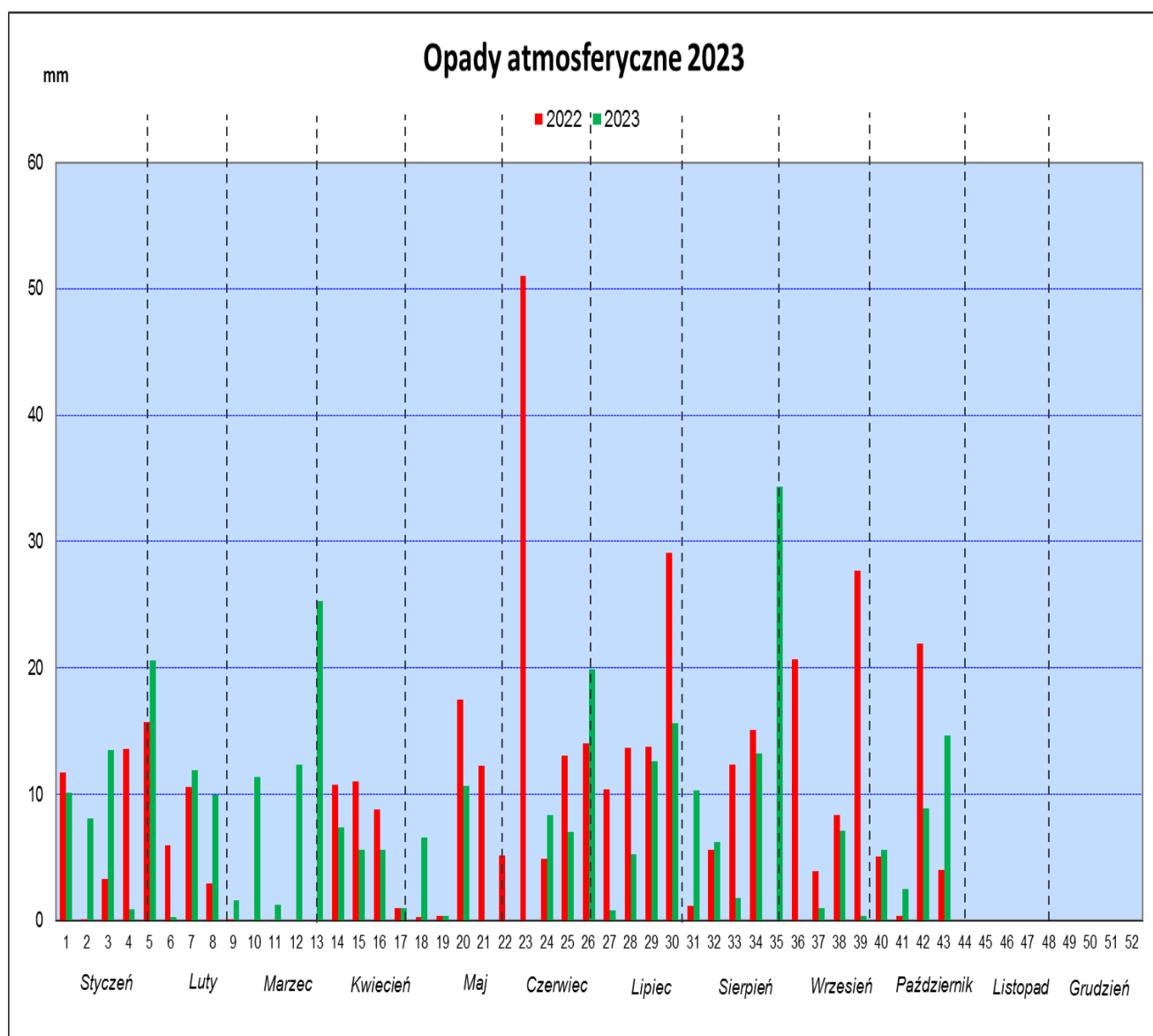
Suma		12	
Sprzęt tradycyjny 3	perz właściwy komosa biała	12 4	52
Suma		16	
Sprzęt tradycyjny 4	perz właściwy szarłat szorstki komosa biała	8 4 8	56
Suma		20	220
Sprzęt nowoczesny 1	perz właściwy	16	12
Suma		16	
Sprzęt nowoczesny 2	szarłat szorstki	4	12
Suma		4	
Sprzęt nowoczesny 3	perz właściwy szarłat szorstki komosa biała	8 4 4	60
Suma		16	
Sprzęt nowoczesny 4	komosa biała perz właściwy	4 8	36
Suma		12	120
05.07.2023			
Średnia Bez odchwaszczania		101	552
Średnia Odchwaszczanie ręczne		19	86
Średnia Sprzęt tradycyjny		17	55
Średnia Sprzęt nowoczesny		12	30

Tab. 3e. Wpływ metody odchwaszczania na liczebność i masę chwastów w ekologicznej uprawie buraka cukrowego na czarnej ziemi kujawskiej; Sokolniki, 04.10.2023 r. (przed zbiorem buraka cukrowego)

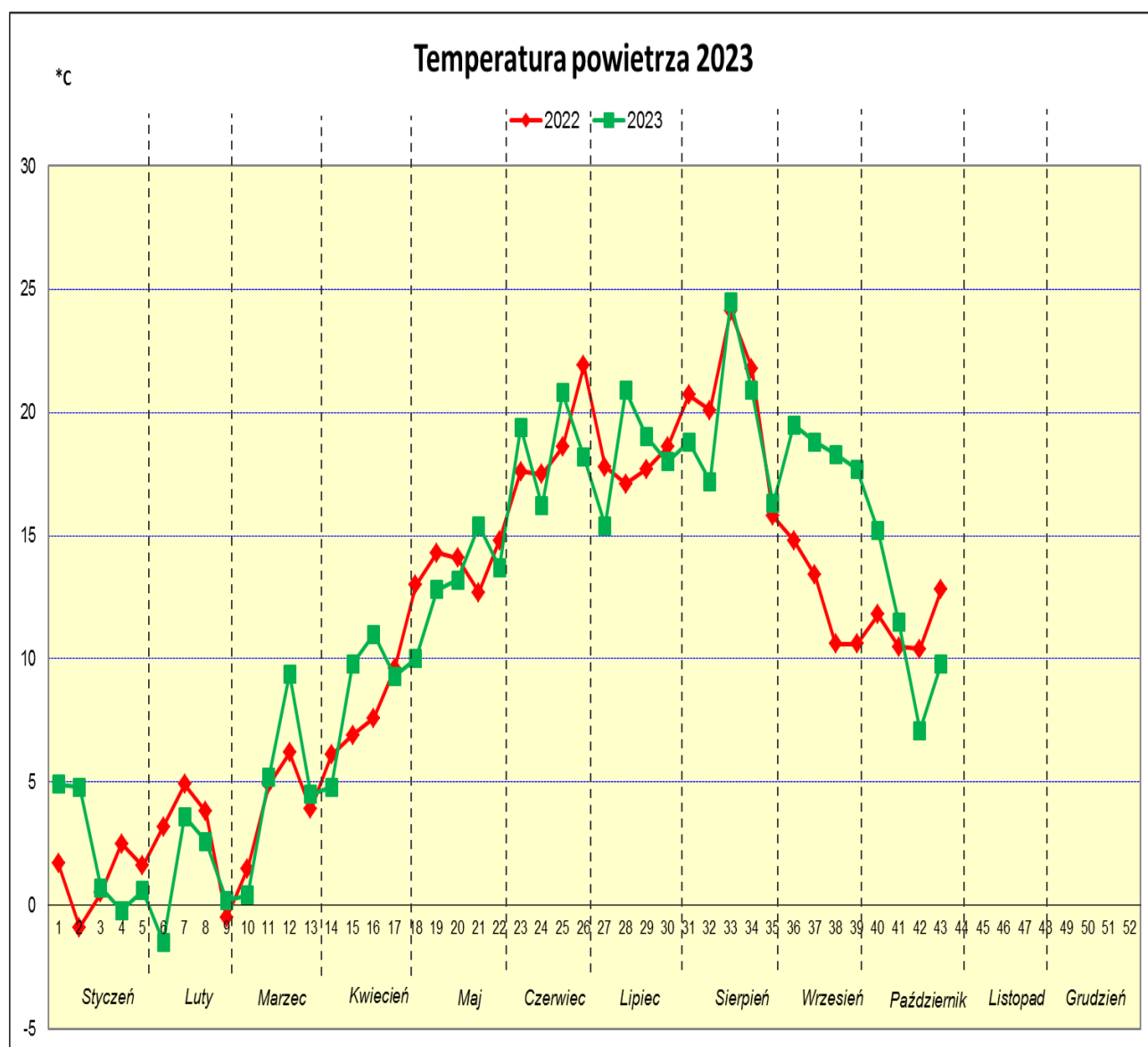
04.10.2023			
Wariant odchwaszczania/ powtórzenie	Gatunek chwastu	Ilość chwastów w szt./1 m ²	Masa chwastów w g/1 m ²
Bez odchwaszczania 1	perz właściwy komosa biała szarłat szorstki	120 8 4	696
Suma		132	
Bez odchwaszczania 2	perz właściwy szarłat szorstki	92 4	660
Suma		96	
Bez odchwaszczania 3	perz właściwy szarłat szorstki komosa biała bodziszek porzecz.	84 8 8 4	568
Suma		104	
Bez odchwaszczania 4	perz właściwy komosa biała	88 4	356
Suma		92	2280
Odchwaszczanie ręczne 1	perz właściwy komosa biała	8 8	68
Suma		16	
Odchwaszczanie ręczne 2	szarłat szorstki perz właściwy	4 4	40
Suma		8	
Odchwaszczanie ręczne 3	perz właściwy komosa biała	32 4	96
Suma		36	
Odchwaszczanie ręczne 4	perz właściwy szarłat szorstki	32 4	88
Suma		36	292
Sprzęt tradycyjny 1	perz właściwy rdest ptasi	12 4	40
Suma		16	
Sprzęt tradycyjny 2	komosa biała	8	48
Suma		8	
Sprzęt tradycyjny 3	perz właściwy komosa biała	20 4	28

Suma		24	
Sprzęt tradycyjny 4	perz właściwy szarłat szorstki komosa biała	12 4 8	40
Suma		24	156
Sprzęt nowoczesny 1	perz właściwy	8	12
Suma		8	
Sprzęt nowoczesny 2	szarłat szorstki	4	12
Suma		4	
Sprzęt nowoczesny 3	perz właściwy szarłat szorstki komosa biała	8 4 4	40
Suma		16	
Sprzęt nowoczesny 4	komosa biała	8	24
Suma		8	88
04.10.2023			
Średnia Bez odchwaszczania		106	570
Średnia Odchwaszczanie ręczne		24	73
Średnia Sprzęt tradycyjny		18	39
Średnia Sprzęt nowoczesny		9	22

Rys. 1. Sumy opadów atmosferycznych w Kruszwicy w okresie: styczeń–październik 2023 r. (1-43 tydz. roku), w porównaniu do 2022 r.



Rys. 2. Średnie temperatury powietrza w Kruszwicy w okresie: styczeń–październik 2023 r. (1-43 tydz. roku), w porównaniu do 2022 r.



Fot. 1. Pielnik precyzyjny ze sterowaniem optycznym; Sokolniki k. Kruszwicy 2023



Fot. 2. Pielnik tradycyjny ze sterowaniem ręcznym; Sokolniki k. Kruszwicy 2023



Fot. 3. Brona obrotowa – chwastownik; Sokolniki k. Kruszwicy 2023



Fot. 4. Brona tradycyjna, wleczona; Sokolniki k. Kruszwicy 2023



Fot. 5 Pole doświadczalne z systemami odchwaszczania w ekologicznej uprawie buraka cukrowego; w części centralnej wariant bez odchwaszczania; Sokolniki k. Kruszwicy 2023

