



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich

**RADA NAUKOWA DYSCYPLINY  
ROLNICTWO I OGRODNICTWO**

## **ROZPRAWA DOKTORSKA**

mgr Beata Sokół

WPŁYW UPRAWY ROLI, MIĘDZYPLONU  
ŚCIERNISKOWEGO I DAWKI AZOTU  
NA WŁAŚCIWOŚCI GLEBY I PLONOWANIE  
BURAKA CUKROWEGO (*Beta vulgaris* L.)

*Impact of soil tillage, catch crop  
and nitrogen rate on soil properties and sugar beet  
(Beta vulgaris L.) yield*

DZIEDZINA: nauki rolnicze

DYSCYPLINA: rolnictwo i ogrodnictwo

### **PROMOTOR**

DR HAB. INŻ. EDWARD WILCZEWSKI, PROF. UCZELNI  
KATEDRA AGRONOMII, WYDZIAŁ ROLNICTWA I BIOTECHNOLOGII  
POLITECHNIKA BYDGOSKA IM. J. J. ŚNIADECKICH

### **PROMOTOR POMOCNICZY**

DR IZABELA WIELEWSKA  
KATEDRA AGRONOMII, WYDZIAŁ ROLNICTWA I BIOTECHNOLOGII  
POLITECHNIKA BYDGOSKA IM. J. J. ŚNIADECKICH

**BYDGOSZCZ  
2022**

**Źródło finansowania**

**BS 5/2016**

**BSM-42/2018**

**BN-29/2019**

*Składam podziękowania Panu dr hab. inż. Edwardowi Wilczewskiemu, prof. PBS i Pani dr Izabeli Wielewskiej za poświęcony czas i wsparcie merytoryczne w wykonaniu i napisaniu niniejszej rozprawy doktorskiej.*

*Ponadto dziękuję wszystkim Pracownikom z Katedry Agronomii oraz Stacji Badawczej w Mochelku, za bezcenne wskazówki i pomoc.*

*Dziękuję Najbliższym za cierpliwość i nieustanne wsparcie oraz wiarę wówczas, gdy tej wiary brakowało oraz wkradło się zwątpienie.*

*Pracę dedykuję Moim Rodzicom.*



## SPIS TREŚCI

1. Wstęp .....	7
2. Przegląd literatury .....	8
2.1. Znaczenie buraka cukrowego w gospodarce rolnej .....	8
2.2. Wpływ technologii uprawy na właściwości gleby, plonowanie i cechy jakościowe buraka cukrowego .....	9
2.3. Rola międzyplonu ścierniskowego w kształtowaniu warunków wzrostu i plonowania buraka cukrowego .....	11
2.3.1. Dobór roślin do uprawy w międzyplonie ścierniskowym .....	12
2.3.2. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na właściwości gleby ..	13
2.3.3. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na cechy jakościowe buraka cukrowego .....	15
2.4. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i cechy jakościowe buraka cukrowego .....	16
3. Hipoteza badawcza, cel i zakres badań .....	19
4. Materiał i metody badań .....	20
4.1. Układ i lokalizacja doświadczenia .....	20
4.2. Agrotechnika stosowana w uprawie buraka cukrowego .....	21
4.2.1. Parametry siewu buraka cukrowego .....	21
4.2.2. Nawożenie buraka cukrowego .....	22
4.2.3. Ochrona roślin przed agrofagami .....	22
4.3. Badania polowe, pomiary i obserwacje .....	23
4.4. Warunki meteorologiczne .....	24
4.5. Badania laboratoryjne .....	25
4.6. Kalkulacja ekonomiczna .....	26
4.7. Zastosowane metody statystyczne .....	27
5. Wyniki .....	28
5.1. Właściwości gleby po siewie i w okresie początkowego wzrostu buraka cukrowego .....	28

5.1.1. Temperatura łoża siewnego .....	28
5.1.2. Wilgotność łoża siewnego .....	41
5.1.3. Opór penetracji gleby .....	54
5.1.3.1. Opór penetracji gleby w rzędach roślin .....	54
5.1.3.2. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin .....	66
5.2. Obsada roślin buraka cukrowego po wschodach .....	77
5.3. Wskaźnik zieloności liści (SPAD) .....	85
5.4. Plon korzeni buraka cukrowego .....	111
5.5. Plon liści buraka cukrowego .....	113
5.6. Liczba korzeni spichrzowych buraka cukrowego .....	118
5.7. Cechy jakościowe korzeni buraka cukrowego .....	129
5.7.1. Zawartość sacharozy w korzeniach spichrzowych .....	129
5.7.2. Zawartość związków melasotwórczych .....	132
5.8. Plon technologiczny cukru .....	140
5.9. Liczba i masa dżdżownic w warstwie ornej gleby po zbiorze buraka cukrowego .....	143
5.10. Analiza ekonomiczna technologii uprawy buraka cukrowego .....	153
6. Dyskusja .....	157
7. Wnioski .....	165
8. Literatura .....	167
9. Streszczenie .....	179
10. Abstract .....	182

## 1. WSTĘP

Burak cukrowy (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*), ze względów ekonomicznych oraz z uwagi na wyjątkowe znaczenie gospodarcze określany jest jako roślina strategiczna. W naszych szerokościach geograficznych, roślina ta jest jedynym źródłem sacharozy, a energetyczne znaczenie cukru w diecie człowieka jest powszechnie znane [Bzowska-Bakalarz i Gołacki, 2003]. Ponadto uprawa tej rośliny wywiera duży wpływ na produkcję roślinną i zwierzęcą oraz na organizację i mechanizację gospodarstwa.

Uprawa roli jest najstarszym elementem agrotechniki roślin uprawnych, w tym okopowych. Wyniki dotychczasowych badań wskazują, że w agrotechnice buraka cukrowego, tradycyjna uprawa płuzna może być zastępowana, z różnym skutkiem produkcyjnym, płytką lub głęboką uprawą uproszczoną cało powierzchniową, a nawet siewem bezpośrednim [Jakubowska i Majchrzak, 2013; Koch i in., 2009; Šařec i in., 2009]. Wymaga jednak dużych nakładów paliwa i czasu pracy oraz obarczona jest ryzykiem erozji i degradacji gleby [Kuc i Zimny, 2004]. Aktualnie w agrotechnice roślin, w tym buraka cukrowego, stosuje się różne sposoby uprawy bezpłużnej i konserwującej [Zimny, 1999; Dzienia i in., 2006]. Według Kuca i Zimnego [2005], ze względów ekonomicznych, poszukuje się nowych, oszczędniejszych rozwiązań technologicznych i organizacyjnych, które zapewniają plonowanie na wysokim poziomie przy zachowaniu sprawności gleby.

Uprawa konserwująca to sposób uprawy z wykorzystaniem mulczowania i mający na celu ochronę gleby przed degradacją oraz zachowanie jej produktywności (Zimny, 1999). Uprawa ta jest zgodna z koncepcją zrównoważonego rozwoju rolnictwa [Rajewski i in., 2009]. We współczesnym rolnictwie, międzyplony pełnią rolę agrotechnicznego elementu w specjalistycznych zmianowaniach i uproszczonych systemach uprawy roli [Jaskulska i Gałęzewski, 2009].

W latach 90. ubiegłego wieku, w Stanach Zjednoczonych, Kanadzie i Australii zaczęto uprawiać rośliny w systemie uprawy pasowej roli (ang. strip tillage) [Dominik, 2016]. Uprawa pasowa, łączy zalety orki (głębokie spulchnianie) oraz uprawy konserwującej.

Prawidłowa agrotechnika jest podstawowym warunkiem uzyskiwania wysokich plonów korzeni spichrzowych buraków cukrowych. Do czynników agrotechnicznych, które najbardziej wpływają na wielkość i jakość plonów zalicza się nawożenie azotem [Borówczak i in., 2006]. Wielkości podawanych w literaturze optymalnych dawek azotu są jednak bardzo zróżnicowane, zależnie od warunków glebowych [Borówczak, 1991; Gutmański, 1991; Gutmański i in., 1998; Borówczak i Grześ, 2002]. Ponadto do czynników agrotechnicznych możemy również zaliczyć długość okresu wegetacji i końcową obsadę roślin [Ciebień, 2015]. Natomiast zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego, jak pisze Cziebień [2015], jest zależna od wielu wzajemnie oddziałujących na siebie czynników. Wśród nich można wyróżnić

grupę wykazującą największy bezpośredni wpływ na akumulację sacharozy. Do grupy tej należą czynniki klimatyczne, to jest: temperatura powietrza, opady atmosferyczne i usłonecznienie.

## 2. PRZEGLĄD LITERATURY

### 2.1. ZNACZENIE BURAKA CUKROWEGO W GOSPODARCE ROLNEJ

Burak cukrowy, będący podgatunkiem buraka zwyczajnego (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*), należy do roślin przemysłowych oraz okopowych. Roślina ta stanowi w Europie jedyny rodzimy surowiec do produkcji cukru, wykorzystywanego w przemyśle spożywczym, paliwowym, farmaceutycznym i kosmetycznym [Gniewowska i Maziarek, 2015].

Polska jest piątym w Europie i trzecim w Unii Europejskiej producentem buraka cukrowego. Powierzchnia upraw tej rośliny sięga 13% areалу wspólnotowego. Wyprzedzają nas tylko Niemcy (24%) i Francja (19%). Do dużych producentów cukru należą także: Wielka Brytania, Włochy, Holandia oraz Belgia. W 2009 roku w UE-27 burak cukrowy był uprawiany w około 155 000 gospodarstwach rolnych oraz przerabiany na cukier w 106 fabrykach [Wojnar i Cichocka, 2011]. W Polsce obserwuje się wzrost wydajności produkcji buraków z hektara, jednak w porównaniu z krajami zachodnimi jest on niedostateczny, na przykład w 2008 roku plony we Francji wynosiły  $85 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w Polsce  $46,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  [Bzowska-Bakalarz i Ostroga, 2011]. Biorąc natomiast pod uwagę rok 2020, średnie plony korzeni spichrzowych buraka cukrowego wynosiły  $60,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  [GUS, 2020].

Powierzchnia uprawy buraka cukrowego w 2012 roku w Polsce wynosiła 213 tys. ha i była mniejsza w porównaniu do 1989 roku o około 200 tys. ha. Średniorocznie w tych latach powierzchnia malała o 9,7 tys. ha, a plon korzeni buraka cukrowego w 2012 roku wynosił w Polsce  $58,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  i w porównaniu do 1989 roku zwiększył się o około  $23,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Ponad dwukrotny wzrost plonu korzeni buraka cukrowego spowodowany był zmianami technologii uprawy, dobrą jakością materiału siewnego oraz korzystnymi warunkami klimatycznymi, z wyjątkiem 2006 roku, w którym uzyskano bardzo niskie plony. Wiązał się także z koncentracją uprawy buraka cukrowego w większych obszarowo gospodarstwach, lepiej wyposażonych i stosujących nowoczesne technologie produkcji [Golinowska i Zimny, 2015].

Na plonowanie buraka cukrowego duży wpływ wywierają warunki termiczne oraz ilość i rozkład opadów w trakcie wegetacji [Malec, 1997; Słowiński i in., 1997; Gutmański i in., 1998]. Użytkowanie buraka dla celów przemysłowych stało się możliwe w XVIII wieku po odkryciu przez Marggrafa form buraka o relatywnie wysokiej zawartości cukru [Malec, 2007]. Jak podaje Stanek [2012], uprawę buraka cukrowego dla celów przemysłowych,



rozpoczęto w 1802 roku, po wybudowaniu pierwszej na świecie cukrowni w miejscowości Konary w okolicach Wrocławia. Burak cukrowy jest zatem, uprawiany od ponad 200 lat i w tym czasie, przeszedł długą drogę rozwojową zarówno w zakresie uprawy, jak i hodowli, która doprowadziła do pełnego uszlachetnienia i udoskonalenia tej rośliny [Kuc i Tendziagolska, 2011].

Warunki pogodowe i glebowe, to główne czynniki modyfikujące realizację i efekty technologii uprawy roślin. Plony korzeni i cukru, cechy morfologiczne korzeni, polaryzacja, zawartość związków melasotwórczych, zmieniają się pod wpływem różnych czynników, takich jak jakość gleby, przebieg pogody, przedplon, nawożenie, termin siewu i zbioru, obsada roślin, zachwaszczenie [Wyszyński i in., 2004]. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego ma istotny wpływ na przebieg procesu produkcji cukru. Najważniejszymi składnikami korzeni są sacharoza oraz niecukry szkodliwe, w skład których wchodzi m.in. sól, potas, inwert i azot alfa-aminowy (inaczej azot szkodliwy) [Zimny i in., 2010]. Do prawidłowego wzrostu i rozwoju, w celu uzyskania optymalnego plonu masy i maksymalnego plonu cukru, o korzystnych wskaźnikach technologicznych i biologicznych, burak cukrowy wymaga bardzo dobrych gleb. Powinny to być, według Stanek [2012], gleby charakteryzujące się między innymi dobrą strukturą, wysoką zasobnością w dostępne składniki pokarmowe, dużą miąższością warstwy orno-próchnicznej, odczynem zbliżonym do obojętnego (pH od 6,0 do 7,2), korzystnymi właściwościami fizycznymi, chemicznymi i fitosanitarnymi, uregulowanymi stosunkami powietrzno-wodnymi oraz biologicznie czynną warstwą próchniczną.

## **2.2. WPŁYW TECHNOLOGII UPRAWY NA WŁAŚCIWOŚCI GLEBY, PLONOWANIE I CECHY JAKOŚCIOWE BURAKA CUKROWEGO**

Uprawa roli jest najstarszym elementem agrotechniki roślin uprawnych [Smagacz, 2011]. Współczesne rolnictwo, w tym polowa produkcja roślinna, powinno realizować cele produkcyjno-ekonomiczne oraz środowiskowe [Różniak, 2016]. Podstawowym celem uprawy roli jest przygotowanie gleby do siewu roślin. Właściwy dobór zabiegów odwracających, spulchniających oraz zagęszczających rolę pozwala optymalizować właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby [Jaskulski i in., 2013].

Uprawa roli ma na celu optymalizację produktywności gleby poprzez zmianę fizycznych, chemicznych i biologicznych jej właściwości [Małecka i in., 2012]. Współczesna produkcja buraka cukrowego charakteryzuje się wysokimi nakładami. Dlatego zasadne jest poszukiwanie możliwości ograniczenia kosztów poprzez zastosowanie uproszczeń uprawowych.

Wzrastająca konkurencja na rynku cukrowniczym oraz niższa opłacalność buraka cukrowego, wymuszają na producentach zmniejszenie kosztów produkcji, poszukiwanie sposobów podniesienia plonu oraz poprawy jego

jakości technologicznej [Kuc i Tendziagolska, 2011]. Kryterium oceny ich efektywności jest nie tylko plon korzeni, ale zwłaszcza ich jakość, to jest biologiczna zawartość cukru oraz związków wpływających na jego wydajność w procesie technologicznym [Zimny i in., 2010].

W polskim rolnictwie, tradycyjna uprawa płuzna, jest najbardziej rozpowszechnioną technologią uprawy buraka cukrowego [Kuczuk, 2012]. Uprawa ta, posiada wiele zalet, do których zdaniem Zimnego [1999] zaliczamy:

- długotrwałe spulchnienie,
- dobre napowietrzanie gleby pobudzające jej aktywność biologiczną,
- ograniczanie strat najdrobniejszych frakcji gleby i składników pokarmowych z zasadniczej warstwy korzenienia się roślin,
- przykrywanie chwastów (biomasy i nasion) oraz osypanego ziarna zbóż i nasion innych roślin uprawnych,
- dokładne przykrycie masy międzyplonów i resztek poźniwnych, zwiększenie strefy swobodnego wzrostu korzeni,
- równomierne wzbogacenie gleby w próchnicę, wapń i składniki pokarmowe, likwidowanie głębokich kolein na polu po ciągnikach i maszynach rolniczych.

Zdaniem Jaskulskiego i Jaskulskiej [2016], zalety tradycyjnej uprawy roli wynikają głównie z głębokiego spulchniania i odwracania wierzchniej warstwy gleby.

W metodach tradycyjnych szczególne znaczenie ma przygotowanie gleby do siewu. Ekonomicznym rozwiązaniem jest tutaj możliwość łączenia narzędzi pozwalająca uzyskać w jednym przejeździe żadaną jakość uprawy.

Na glebach lekkich wystarczające są połączone z pługiem zestawy kultywatorów oraz bron. Na glebach cięższych może być opłacalne użycie narzędzi napędzanych z wału odbioru mocy ciągnika, przeznaczonych do uprawy gleby po orce, do czego można wykorzystywać brony wirnikowe, stosowane najczęściej w zestawach uprawowych z siewnikiem pneumatycznym, które oprócz dobrego efektu tworzenia struktury gruzelkowej zapewniają również właściwe wyrównanie pola.

Obserwuje się jednak, coraz większe wady tej metody, a mianowicie, poszczególne elementy agrotechniki, jak nawożenie, uprawa roli czy pielęgnacja w klasycznej postaci są materiałochłonne [Jaskulski i in., 2012], a także czasochłonne i energochłonne [Święcicki i in., 2011]. Jak podają Talarczyk i Łowiński [2017], orka powoduje również zakłócenie życia biologicznego w profilu glebowym oraz przyspiesza mineralizację substancji organicznej.

Uprawa pasowa łączy zalety orki (głębokie spulchnianie) oraz uprawy konserwującej. To bardziej efektywny sposób przygotowania roli. System upraw pasowych przynosi wiele korzyści. Zwiększa się plon roślin, choroby zależne od warunków pogodowych w mniejszym stopniu wpływają na wysokość plonów, zmniejsza się zagrożenie ze strony chwastów, co z kolei

daje możliwość ograniczenia stosowania pestycydów (Cruse, 1990; Ghaffarzadeh i in., 1994). Nie mniej ważny jest wpływ uprawy roli na wskaźniki zużycia paliwa [Kordas, 2005] czy oddziaływanie na właściwości środowiska glebowego [Holland, 2004; Kęsik 2005; Rajewski i in., 2012].

Technologia ta umożliwia ograniczenie czasu pracy oraz kosztów, związanych z zatrudnieniem pracowników. Zastąpienie w agrotechnice buraka cukrowego głębokiej orki przedzimowej uprawą bezpłużną, zwłaszcza spłyconą do 15 cm lub uprawą pasową, pozwoliło ograniczyć zużycie paliwa o 8,5-9,8  $\text{dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ , to jest o 39-44% [Jaskulska i in., 2017]. Ponadto, jest to również metoda pro-środowiskowa. Można zatem stwierdzić, że jest to, pod tym względem, przeciwieństwo uprawy konwencjonalnej, stosowanej w rolnictwie.

Metoda ta ma jednak również pewne wady. Negatywnym aspektem, związanym z taką uprawą, jest przede wszystkim wystąpienie większego nasilenia chwastów i samosiewów w uprawie. Przyjaznym dla środowiska sposobem regulacji zachwaszczenia, jest uprawa międzyplonów [Wrześcińska i in., 2016]. Wskazane jest łączenie technologii uprawy pasowej ze stosowaniem mulczowania gleby słomą bądź biomasą międzyplonów ścierniskowych, które oceniając glebę, utrudniają rozwój chwastów. Mulcz z międzyplonów ścierniskowych chroni glebę przed erozją i wymywaniem składników pokarmowych oraz zatrzymuje znaczne ilości wody pochodzącej z opadów [Spiertz i in., 1996; Stopes i in., 1996; Songin, 1998].

W ostatnich latach obserwuje się w Stanach Zjednoczonych szybki wzrost powierzchni uprawianej tą metodą, natomiast w Europie jest rzadziej stosowana [Piechota, 2015]. Brakuje wyników badań, zwłaszcza polskich, dotyczących wpływu uprawy pasowej na produktywność i jakość buraka cukrowego [Jaskulska i in., 2017]. Wykorzystanie takich technologii uprawy poza aspektem ekonomicznym ma duże znaczenie ekologiczne [Krause i in., 2009]. Zastępowanie tradycyjnych zabiegów uprawowych innymi i mniej energochłonnymi, niesie także korzyści w postaci zmniejszenia ryzyka erozji gleby [Cudzik i in., 2011].

### **2.3. ROLA MIĘDZYPLONU ŚCIERNISKOWEGO W KSZTAŁTOWANIU WARUNKÓW WZROSTU I PLONOWANIA BURAKA CUKROWEGO**

Burak cukrowy jest rośliną, która w wyniku intensywnej uprawy pobiera z gleby stosunkowo duże ilości składników pokarmowych, przyczyniając się w ten sposób do zubożenia gleby z substancji organicznej [Gutmański i in., 1999]. Nowoczesne rolnictwo z powodu zaostrzających się wymogów ochrony środowiska oraz rosnących cen nośników energii wymaga stosowania nowych, uproszczonych technologii uprawy roli w celu zwiększenia plonów i obniżenia kosztów produkcji [Gutmański, 1996]. Przykładem takiego postępowania jest uprawa konserwująca. Chcąc uniknąć obniżenia wydajności produkcji cukru, należy podjąć działania, które zminimalizują zawartość związków

melasotwórczych w korzeniach buraków, nie podnosząc jednocześnie kosztów uprawy [Zimny i in., 2010]. Nowoczesna produkcja roślinna oparta jest na chęci osiągnięcia wysokich, stabilnych i dobrych jakościowo plonów przy jednocześnie niskich nakładach pracy i dbałości o środowisko naturalne [Korbas i Mrówczyński, 2009].

Uprawa konserwująca buraka cukrowego ogranicza jego koszty produkcji oraz korzystnie i co ważne długotrwale oddziałuje na środowisko glebowe. Ponadto umożliwia ona wcześniejszy siew i ułatwia głębsze zakorzenienie roślin [Zimny i in., 2010].

### **2.3.1. Dobór roślin do uprawy w międzyplonie ścierniskowym**

Rośliny strączkowe, zwane również bobowatymi (*Fabaceae*), budzą duże zainteresowanie, ze względu na wielorakie możliwości ich wykorzystania [Kucharska i in., 2014]. Zarówno przebieg wegetacji, jak i plonowanie roślin strączkowych, są silnie uzależnione od przebiegu warunków pogodowych [Kulig i Ziółek, 1996; Szwejkowska, 2004].

Rośliny bobowate są gatunkami jednorocznymi, przeważnie jarymi, rzadziej ozimymi [Jasińska i Kotecki, 2003]. Rośliny te wywierają korzystny wpływ na właściwości fizyczne gleby i jej żyzność. Poprawiają one również strukturę oraz warunki fitosanitarne oraz fitomelioracyjne w glebie [Podleśny, 2004; Kaniuczak, 2010; Kapusta, 2012]. Bobowate łatwo zasiedlają powierzchnie trudne, nie tylko pod względem wilgotnościowym i termicznym, ale także mniej żyzne, zapobiegając w ten sposób ich erozji [Kozłowski i in., 2011; Księżak i in., 2015].

Ich wspólną cechą jest zdolność produkowania dużej wysokobiałkowej masy i właściwość współżycia z bakteriami z rodzaju *Rhizobium*, zdolnymi do wiązania azotu atmosferycznego i na zasadzie symbiozy przekazywania go w formie związków mineralnych roślinom. Powszechnie znane ostre niedobory azotu występują u bobowatych znacznie rzadziej niż u roślin pozbawionych zdolności asymilacji N<sub>2</sub> [Prusiński, 2007]. W tym miejscu należy odnotować, że jako pierwszy właściwość tych roślin, odkrył Adam Prażmowski [Kapusta, 2012; Księżak i in., 2015]. Rośliny bobowate, uprawiane w międzyplonie ścierniskowym wymagają wczesnego siewu [Skinder i in., 2007]. Siewy późniejsze dają z reguły niskie i niezbyt wierne plony [Wesołowski i Cierpiąła, 2013]. Ogromny wpływ mają również warunki klimatyczne [Księżak i in., 2015]. Warunki pogodowe umożliwiają uprawę tych roślin na terenie całego kraju, a ze względu na ich zalety użytkowe, uprawa powinna być rozszerzona, ponieważ są one ważnym elementem rolnictwa konwencjonalnego, jak również ekologicznego [Księżak i in., 2015].

Groch siewny (*Pisum sativum* L.) odgrywa bardzo ważną funkcję w płodozmianie, jako roślina przerywająca częste następstwo zbóż po sobie. Jest również cenną rośliną fitosanitarną. Groch jest rośliną jednoroczną, o silnie rozwiniętym korzeniu palowym, sięgającym do 1 m w głąb gleby i korzeniach

bocznych, rozrastających się w promieniu do 0,5 m. Na korzeniach znajdują się brodawki, w których żyją bakterie *Rhizobium leguminosarum*, wiążące azot atmosferyczny z powietrza [Kołota i in., 2007].

Wartość nawozowa roślin uprawianych na zielony nawóz, zależy od ilości wytworzonej biomasy, a także jej składu chemicznego. Największy plon zielonej masy uzyskujemy przyorując rośliny w fazie płaskiego strąka. Można go przyorać w całości lub część nadziemną przeznaczyć na wartościową, wysokobiałkową paszę, a resztki pozostałe po skoszeniu lub wypasie na zielony nawóz [Zaniewicz-Bajkowska i in., 2012]. W okresie ostatnich 30 lat w Polsce nastąpiło znaczne zmniejszenie powierzchni uprawy roślin strączkowych, w tym grochu. Było to spowodowane głównie czynnikami ekonomicznymi, a także importem wysokobiałkowych pasz treściwych, przede wszystkim sojowych [Szejnkowska, 2005]. W konsekwencji nastąpiło odejście od właściwego płodozmianu, a tym samym uprawa zbóż w monokulturze.

Wyka wzbogaca glebę w azot. Jest wartościową rośliną pastewną ze względu na wysoką zawartość i strawność białka oraz smakowość. [Zaniewicz-Bajkowska i in., 2012].

W Polsce znaczenie gospodarcze mają dwa gatunki: *Vicia sativa*-wyka siewna (jara) i *Vicia villosa*-wyka kosmata (ozima). Wyka siewna jest rośliną, uprawianą na terenie Polski od czasów przedhistorycznych [Jasińska i Kotecki, 2003]. Wyka siewna uprawiana jest na świecie i w Polsce przede wszystkim na paszę zieloną, ale także jako roślina poprawiająca stanowisko w zmianowaniach zbożowych [Miglierina i in., 2000]. Ponadto może być ważną rośliną paszową i nawozową w gospodarstwach ekologicznych [Kuusela i in., 2004].

Plony świeżej i suchej masy wyki siewnej, według wieloletnich badań Zaniewicz-Bajkowskiej i in. [2012], wahały się od 8,5 do 14,3 t·ha<sup>-1</sup> świeżej masy oraz od 2,2 do 2,8 t·ha<sup>-1</sup> suchej masy.

### **2.3.2. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na właściwości gleby**

Zwiększająca się liczba gospodarstw bezinwentarzowych powoduje ograniczenie ilości obornika [Zaniewicz-Bajkowska i in., 2013]. W gospodarstwach, w których bilans materii organicznej jest ujemny, proponuje się rozszerzenie areалу uprawy międzyplonów, przeznaczanych na zielony nawóz [Nowakowski i in., 1996; Orzech i in., 2002].

Bobowate należą do nielicznej grupy roślin, wzbogacających glebę w substancję organiczną [Gaweł, 2011]. Gleba jest układem bardzo złożonym, a wszystkie procesy w niej zachodzące, są wzajemnie od siebie zależne i powiązane [Poniatowska, 2003].

W przypadku międzyplonów istnieją znaczne rozbieżności opinii, dotyczących wpływu na właściwości gleby, chociaż przeważają poglądy o korzystnym ich oddziaływaniu [Parylak, 1996; Wojciechowski i Zawieja, 2001]. Biomasa międzyplonów jest źródłem materii organicznej w glebie, która

aktywizując życie mikrobiologiczne, wpływa na jej właściwości fizyczne i chemiczne oraz wartość stanowiska w zmianowaniu [Duer, 1996; Kuś i Jończyk, 2000; Marshall i in., 2003; Jaskulska i Gałęzewski, 2009], a także plonowanie roślin [Hansen i in., 2000]. Ponadto wpływają korzystnie na strukturę gleby [Gerzabek i in., 1995].

Uprawa międzyplonów ścierniskowych, pozwala utrzymać stałe pokrycie gruntów ornych roślinnością, co wspomaga właściwości biologiczne gleb, ogranicza ich degradację i chroni wodę przed zanieczyszczeniami, a także sprzyja różnorodności biologicznej oraz krajobrazowej [Duer, 2007; Filipiak i Duer, 2009]. Korzystnym dla środowiska sposobem regulacji zachwaszczenia jest uprawa międzyplonów [Kordas i Spyra, 2013]. Wnoszona do gleby ich biomasa lub pozostawiona w formie okrywy ochronnej, zwanej mulczem, jest wykorzystywana do ograniczenia glebowego banku diaspor i zachwaszczenia łąnów roślin następczych [Graglia i in., 2006; Kelton i in., 2011; Salehian i in., 2014]. Następuje również poprawa bilansu substancji organicznej w glebie [Kwiatkowski, 2012]. Dodatkowo, następuje wzbogacenie gleby w składniki pokarmowe i substancję organiczną [Malicki i Michałowski, 1994; Andrzejewska, 1999; Kuś i Jończyk, 2000; Harasimowicz-Hermann i Hermann, 2006; Grabowski, 2015].

Rośliny międzyplonów i wnoszona do gleby ich biomasa kształtują właściwości fizyczne gleby, takie jak: temperatura, wilgotność, porowatość oraz gęstość [Sharratt, 2002; Thomsen, 2005; Głęb i Kulig, 2008; Wilczewski, 2011]. Łatwość pomiaru sprawia, że opór penetracji jest często stosowany do szybkich pomiarów i wstępnych analiz stanu fizycznego gleby [Dexter i in., 2007]. Opór penetracji zależy również w istotnym stopniu od wilgotności gleby, dlatego też do oceny oddziaływania różnych sposobów uprawy na opór mechaniczny gleby wymagane jest określenie zależności pomiędzy wilgotnością gleby, a oporem penetracji [Nosalewicz i in., 2009].

Ponadto dzięki międzyplonom, następuje wzrost aktywności biologicznej gleby i w konsekwencji poprawa jej żyzności [Andrzejewska, 1999; Kwiatkowski, 2012]. Według Grabowskiego [2015], międzyplony przyczyniają się również do zmniejszenia koncentracji patogenów w glebie.

Stymulują też rozwój i aktywność różnorodnej mikroflory oraz fauny glebowej, a podczas rozkładu uwalniają składniki pokarmowe wykorzystywane przez roślinę następczą [Cherr i in., 2006; Müller i in., 2006].

Przy prawidłowym stosowaniu nawożenia organicznego wzrasta zasobność gleby w podstawowe składniki pokarmowe [Kuc, 2006]. Międzyplony ograniczają straty składników pokarmowych [Eriksen i Thorup-Kristensen, 2002; Askegaard i Eriksen, 2008].

Biomasa międzyplonów ścierniskowych, przyorywanych w okresie jesiennym lub pozostawionych na zimę jako mulcz może być jednym z najbardziej istotnych źródeł materii organicznej dla gleby. Międzyplony, oprócz zwiększenia produkcji pasz, wpływają też na wzbogacenie gleby w substancję organiczną, poprawiającą jej stan fitosanitarny [Krężel i in., 1999].

Są źródłem dodatkowego nawożenia oraz czynnikiem stymulującym aktywność biologiczną gleby i poprawiającym bilans substancji organicznej w glebie [Kwiatkowski, 2012].

Działanie nawozowe biomasy międzyplonu ścierniskowego polega na wzbogaceniu gleby w substancję organiczną, która stymuluje aktywność biologiczną gleby i procesy wytwarzania próchnicy [Nowakowski, 2017].

Z roku na rok wzrasta znaczenie międzyplonów w uprawie buraka cukrowego. Badania Prośby-Białczyk [2004], wykazały, że uprawa buraka po przyoranych międzyplonach ścierniskowych, wpływa korzystnie na zawartość cukru oraz jego plon technologiczny. Oddziaływanie masy roślinnej na właściwości gleby oraz plonowanie roślin jest wieloaspektowe oraz zależy między innymi od jej rodzaju, składu chemicznego oraz terminu i sposobu umieszczenia w glebie [Jaskulski i in., 1997; Jaskulski, 2000; Kuś i Jończyk, 2000; Jaskulski i Tomalak, 2001].

Uprawa międzyplonów pozwala utrzymać stałe pokrycie gruntów ornych roślinnością, co wspomaga właściwości biologiczne gleb, ogranicza ich degradację i chroni wodę przed zanieczyszczeniami, a także sprzyja różnorodności biologicznej oraz krajobrazowej [Duer, 2007; Filipiak i Duer, 2009].

Mulcz to okrywa ochronna gleby, umieszczana na jej powierzchni, w celu zniwelowania niekorzystnych oddziaływań czynników klimatycznych. Międzyplony ścierniskowe są cennym źródłem materii mulczującej powierzchnię gleby. Ich znaczenie jest szczególnie duże w warunkach gleb średniej jakości. Działanie mulczu to regulacja temperatury gleby dzięki zatrzymywaniu ciepła wiosną i jesienią [Kajak, 2001]. To również zmniejszenie skali wymywania składników pokarmowych (między innymi: azotu, sodu, wapnia) [Zwierkowski i Skwierz, 2016]. Ponadto mulcz wzbogaca glebę w składniki pokarmowe i substancję organiczną oraz stymuluje jej aktywności biologiczną [Malicki i Michałowski, 1994; Andrzejewska, 1999; Kuś i Jończyk, 2000; Kajak, 2001; Harasimowicz-Hermann i Hermann, 2006; Zwierkowski i Skwierz, 2016]. Mulcz przyczynia się też do redukcji zachwaszczenia, a tym samym i poprawieniem sprawności gleby [Kajak, 2001], jak również do poprawy właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby [Deryło i Pawłowski, 1992; Marshall i in., 2003; Jaskulska i Gałęzewski, 2009].

### **2.3.3. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na cechy jakościowe buraka cukrowego**

Plonowanie buraka cukrowego w uprawie konserwującej, było badane przez wielu badaczy, między innymi: Dzień [1999], Kordasa [2000], Kuca [2006] czy Rajewskiego [2009]. Mało jest natomiast badań naukowych na temat wartości technologicznej korzeni buraka cukrowego [Rajewski i in., 2008].

Na plonowanie roślin, nie tylko buraka cukrowego, duży wpływ mają temperatura powietrza, ilość i rozkład opadów atmosferycznych w trakcie wegetacji [Malec, 1997]. Badania Kordasa [2000] potwierdzają, że przy istotnych brakach wilgoci, wyższe plony uzyskane zostały na obiektach z uprawą konserwującą.

Końcowym miernikiem efektu uprawy buraka cukrowego jest plon cukru technologicznego [Stępień i in., 2010]. Jak twierdzą autorzy, decyduje o nim pozyskana masa korzeni, zawartość w nich sacharozy i składników melasotwórczych. Szkodliwość tych ostatnich polega na tym, że utrudniają oczyszczanie soku i duże ilości sacharozy nie wykrystalizowanej przechodzą do melasy.

Obecnie międzyplony traktowane są jako źródło biomasy nawozowej, która dostarcza glebie składników pokarmowych, przydatnych dla roślin następczych [Zajac i Antonkiewicz, 2006]. Międzyplony postrzegane są coraz częściej nie tylko jako źródło paszy, ale przede wszystkim jako element proekologiczny w organizacji produkcji roślinnej [Kuś i Jończyk, 1999].

Międzyplony, jako nawóz organiczny, uzupełniają niedobór substancji organicznej w glebie, od której zależy plon oraz jego jakość [Brunotte i in., 1998; Stępień i Adamiak, 2002].

Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego ma istotny wpływ na przebieg procesu produkcji cukru. Najważniejszymi składnikami korzeni są sacharoza oraz niecukry szkodliwe, w skład których wchodzi m.in. sól, potas, inwert i azot alfa-aminowy (inaczej azot szkodliwy) [Zimny i in., 2010].

Wyniki badań Prośby-Białczyk [2004], wskazują że uprawa buraka cukrowego po przyoranych międzyplonach ścierniskowych może być zalecana, bowiem masa organiczna międzyplonów wpływa korzystnie na zawartość cukru oraz technologiczny plon cukru.

## **2.4. WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM NA PLONOWANIE I CECHY JAKOŚCIOWE BURAKA CUKROWEGO**

Stan żyzności gleby reguluje się poprzez nawożenie [Ceglarek-Jabłońska i in., 2006]. Burak cukrowy jest rośliną o bardzo dużych wymaganiach pokarmowych i stosunkowo wysokim potencjale produkcyjnym. Jego wysokie plonowanie wiąże się ze stosowaniem zarówno nawozów mineralnych, jak i organicznych [Ciećko i in., 2004]. Najbardziej plonotwórczym elementem agrotechniki jest nawożenie, zwłaszcza azotem [Kocoń, 2005]. Azot ze wszystkich składników pokarmowych, najsilniej wpływa na wzrost i plonowanie roślin [Borówczak i in., 2006; Liszewski i Błazewicz, 2016].

W literaturze wykazuje się na bardzo silną reakcję buraków cukrowych na nawożenie azotem [Borówczak i in., 2006]. Spośród składników mineralnych azot jest najbardziej narażony na wymywanie. W glebie decyduje on o poziomie plonów i jakości korzeni. Wysokie dawki azotu w nawożeniu buraka wpływają korzystnie, do pewnego stopnia, na plon korzeni i zawsze



na plon liści, lecz nie są korzystne w aspekcie jakości technologicznej korzeni [Prośba-Białczyk, 2004].

Badania krajowe wskazują, że nawożenie wysokimi dawkami azotu prowadzi do spadku zawartości sacharozy i wzrostu zawartości związków melasotwórczych [Gutmański i Mikita, 2000; Prośba-Białczyk i in., 2001]. Autorzy podkreślają, że najlepsze efekty w uprawie buraka uzyskuje się pod wpływem dawek azotu mniejszych od optymalnych do osiągnięcia maksymalnych plonów korzeni. Zwiększanie dawek azotu pogarszało wartość technologiczną korzeni przez obniżenie zawartości cukru, wydajności cukru oczyszczonego, wskaźnika alkaliczności, jak również przez wzrost zawartości azotu alfa-aminowego i sodu [Borówczak i in., 2006].

Wielkości podawanych w literaturze optymalnych dawek azotu są jednak bardzo zróżnicowane, zależnie od warunków glebowych [Borówczak, 1991; Gutmański i in., 1998; Borówczak i Grześ, 2002].

Badania Borówczaka i in. [2006], wykazały, że zawartość cukru obniża się w miarę zwiększania dawek azotu. Nawożenie azotem wyraźnie różnicuje również zawartość składników technologicznie szkodliwych, to jest azotu afa-aminowego, sodu i potasu. Zawartość azotu alfa-aminowego i sodu w miarę zwiększania dawek azotu wzrasta, natomiast zawartość potasu nieznacznie się obniża.

Na produktywność buraka istotnie wpływa nawożenie azotem. Pod względem wydajności technologicznej cukru niewskazane jest nawożenie azotem powyżej  $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  [Prośba-Białczyk, 2004].

Zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego jest zależna od wielu wzajemnie oddziaływujących na siebie czynników, wśród których można wskazać grupę mającą największy bezpośredni wpływ na akumulację cukru. Należą do niej przede wszystkim czynniki klimatyczne, czyli temperatura powietrza, opady atmosferyczne i usłonecznienie, a także czynniki agrotechniczne np. poziom nawożenia organicznego i mineralnego, długość okresu wegetacji i końcowa obsada roślin [Ostrowska, 2001].

Burak cukrowy szczególnie korzystnie reaguje również na nawożenie organiczne i wapnowanie [Ostrowska i Kucińska 1995; Ćermak i Ciganek, 2002; Stępień i Adamiak, 2002; Wyszyński i in., 2002; Sienkiewicz i in., 2005; Zimny i in., 2005]. Racjonalne i prawidłowe nawożenie buraków cukrowych, szczególnie azotem zwiększa jego plonowanie oraz wpływa na jakość uzyskiwanego plonu [Gutmański i Mikita, 2000].

Burak cukrowy charakteryzuje relatywnie krótki okres wegetacji, a jednocześnie bardzo duża dynamika przyrostu biomasy, co w konsekwencji wiąże się z bardzo dużymi wymaganiami pokarmowymi, które odnoszą się zarówno do ilości pobieranych składników, jak i dynamiki ich pobierania w sezonie wegetacyjnym [Bell i in., 1996; Draycott, 1996].

Burak cukrowy ze względu na olbrzymi potencjał produkcji biomasy (korzenie+liście), ma bardzo wysokie wymagania pokarmowe. Na wyprodukowanie 50 ton korzeni z odpowiednią masą liści pobiera około:

200 kg N, 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 400 kg K<sub>2</sub>O, 125 kg Na<sub>2</sub>O, 75 kg MgO, 110kg CaO oraz relatywnie duże ilości mikroelementów: B 0,04 kg, Mn 1,4 kg i Zn 0,7 kg [Piszczek i Mrówczyński, 2012].

Azot ma bezpośredni wpływ na nagromadzenie plonu, przy czym może w niekorzystny sposób oddziaływać na jego jakość. W przypadku buraka cukrowego jest to nadmierne gromadzenie związków melasotwórczych i obniżenie ilości sacharozy w korzeniach (Adamiak i Adamiak, 1996).

Na podstawie badań Ciećko i in. [2004], zwyczaję plonu w stosunku do stanowisk kontrolnych bez nawożenia mineralnego, stwierdzono w odniesieniu do każdej z zastosowanych dawek azotu, przy czym największy jego przyrost odnotowano po zastosowaniu dawek: 40 kg·ha<sup>-1</sup> oraz 80 kg·ha<sup>-1</sup> N. Efektywność ostatniej dawki N 120 kg·ha<sup>-1</sup> była nieco niższa. W badaniach Ostrowskiej i Kucińskiej [1998] odnotowano wzrost plonu do dawki N 94 kg·ha<sup>-1</sup>, natomiast wyższe dawki azotu powodowały obniżenie zarówno plonu korzeni jak i zawartości w nich sacharozy.

Równie ważnym jak dawka i rodzaj nawozu, jest sposób jego stosowania, gdyż wpływa on nie tylko na plonowanie roślin, ale również na koszty i wartość produkcji [Sztuder i Kaus, 2007]. Zbyt duże dawki azotu najczęściej prowadzą do obniżenia zawartości cukru w korzeniach oraz zwiększają zawartość składników technologicznie szkodliwych (azotu alfa-aminowego, sodu i potasu) [Ostrowska i Kucińska, 1998].

Od wielu lat, na całym świecie trwają badania nad najbardziej efektywnymi sposobami stosowania nawozów w zależności od warunków siedliskowych, glebowych i klimatycznych oraz agrotechnicznych, w tym systemu uprawy roli [Randall i Hoef, 1988; Radhika i in., 2013].

Zgodnie z dyrektywami Parlamentu Europejskiego i Rady Europy 2009/128/WE z dnia 21.10.2009, rolnicy są zobligowani do prowadzenia od dnia 01.01.2014 r. agrotechnologii, zgodnie z zasadami integrowanej uprawy [Stanek, 2012].

### 3. HIPOTEZA BADAWCZA, CEL I ZAKRES BADAŃ

Założono, że istnieje zależność pomiędzy technologią uprawy roli, a właściwościami biologicznymi, fizycznymi i chemicznymi gleby oraz plonowaniem i cechami jakościowymi buraka cukrowego. Biomasa międzyplonu ścierniskowego, przyorana jesienią lub pozostawiona na zimę w postaci mulczu, może przyczynić się do poprawy właściwości gleby. Spodziewano się także korzystnej reakcji buraka cukrowego na poprawę tych właściwości. Ważnym argumentem może być założenie, że rośliny, które wznoszą się w lepszych warunkach, wytworzą większą biomasa korzeni, zwłaszcza w warunkach stosowania uprawy pasowej, która zapewnia wyższą wilgotność łoża siewnego w otoczeniu kiełkujących nasion. Ponadto efekt stosowania uprawy pasowej roli i międzyplonu ścierniskowego, zależy może od poziomu nawożenia azotem. Spodziewano się również redukcji nakładów paliwa i czasu pracy.

Celem głównym przeprowadzonych badań własnych, było określenie wpływu technologii uprawy pasowej i międzyplonu ścierniskowego na właściwości gleby oraz na wzrost, plonowanie i cechy jakościowe buraka cukrowego, w zależności od nawożenia azotem.

Wobec tak sformułowanego celu głównego pracy, przyjęto następujące cele szczegółowe:

- określenie wpływu technologii uprawy pasowej i międzyplonu ścierniskowego na właściwości fizyczne gleby w otoczeniu kiełkujących nasion,
- ocenę wpływu technologii uprawy pasowej (strip-till) na kiełkowanie oraz wschody buraka cukrowego,
- ocenę wpływu technologii uprawy pasowej na plonowanie buraka cukrowego, w zależności od stosowania międzyplonów,
- ocenę wpływu dawki azotu na plonowanie i cechy jakościowe buraka cukrowego,
- określenie wpływu międzyplonów ścierniskowych na plonowanie i cechy jakościowe buraka cukrowego, w zależności od zastosowanej dawki nawozu azotowego,
- określenie wpływu technologii uprawy roli i międzyplonu ścierniskowego na właściwości biologiczne gleby (liczba i masa dżdżownic).

## 4. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W celu weryfikacji przyjętej hipotezy badawczej, przeprowadzono trzyletnie badania polowe, obejmujące trzy cykle doświadczeń. Każdy cykl obejmował uprawę międzyplonów ścierniskowych z grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) i wyki siewnej (*Vicia sativa* L.), które były wykorzystywane jako zielony nawóz dla uprawianego, w kolejnym roku, buraka cukrowego (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*). Ponadto próbki gleby i roślin, pobrane z poletek doświadczalnych, poddane zostały analizie laboratoryjnej.

### 4.1. UKŁAD I LOKALIZACJA DOŚWIADCZENIA

Ścisły, 3-czynnikowy eksperyment polowy, przeprowadzono w latach 2016-2019. Realizowano go w układzie losowanych podbloków (split-split-plot), w 4 powtórzeniach. Powierzchnia poletka wynosiła 30 m<sup>2</sup>, z czego do zbioru przeznaczono 15,12 m<sup>2</sup>. Doświadczenie zlokalizowano na terenie położonej w gminie Sicienko koło Bydgoszczy, Stacji Badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii w Mochelku, należącej do Politechniki Bydgoskiej. Współrzędne geograficzne (53°13'N, 17°51'E).

Czynniki doświadczenia:

#### a. Technologia uprawy buraka cukrowego

- uprawa pasowa z jednoczesnym siewem kłębków buraka cukrowego w mulcz z międzyplonów ścierniskowych
- uprawa tradycyjna (międzyplon przyorany orką przedzimową, zespół upraw wiosennych, siew)

#### b. Dawka azotu

- N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>
- N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

#### c. Gatunek rośliny uprawianej w międzyplonie ścierniskowym

- groch siewny 'Hubal'
- wyka siewna 'Hanka'
- kontrola (bez międzyplonu ścierniskowego)

Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego o odczynie obojętnym (średnie pH 7,0). Zawartość

przyswajalnych form fosforu (P) i potasu (K) w warstwie ornej gleby wynosiła odpowiednio 82,0 i 90,0 mg·kg<sup>-1</sup>. Zawartość węgla (C) i azotu (N) ogółem wynosiła odpowiednio 0,782 i 0,078%. Gleba ta kwalifikowała się do kompleksu żytniego dobrego, klasy bonitacyjnej IV a.

## 4.2. AGROTECHNIKA STOSOWANA W UPRAWIE BURAKA CUKROWEGO

### 4.2.1. Parametry siewu buraka cukrowego

W badaniach wykorzystano odmianę uprawną ‘Contenta’, która została zarejestrowana w Krajowym Rejestrze w 2015 roku. Jest ona tolerancyjna na rizomanię i mątwika burakowego oraz średnio tolerancyjna na chwościka burakowego. Zalecana na stanowiska zagrożone wystąpieniem nicieni. Charakteryzuje się wysokim plonem korzeni i zadowalającą zawartością sacharozy, jak również dobrym plonem technologicznym cukru. Odmiana wrażliwa na niedobory opadów atmosferycznych [DLF SEEDS].

Tabela 1. Parametry siewu buraka cukrowego

Lp.	Parametr	Opis
1.	odmiana rośliny	‘Contenta’
2.	liczba kłębków	12,3 szt·m <sup>-2</sup>
3.	odległość pomiędzy kłębkami	18,0 cm
4.	rozstawa rzędów	45,0 cm
5.	głębokość siewu	2,0 cm

Tabela 2. Środki ochrony roślin, którymi były zaprawione nasiona buraka cukrowego

Lp.	Rodzaj środka ochrony roślin	Nazwa handlowa	Nazwa substancji czynnej
1.	insektycydy	Cruiser SB 600 FS	tiametoksam
		Force 20 CS	teflutryna
2.	fungicydy	Thiram	tiuram
		Tachigaren 70 WP	hymeksazol

## 4.2.2. Nawożenie buraka cukrowego

Tabela 3. Zestawienie dawek nawozów doglebowych i nalistnych stosowanych w uprawie buraka cukrowego

Nazwa nawozu	Zastosowany preparat	Faza rozwojowa buraka	Dawka nawozu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	Dawka składnika [kg·ha <sup>-1</sup> ]
	skład [%]			
Saletra amonowa	34,0 N	przed siewem	100,0	34,0
		BBCH 19	110,0	37,0*
			227,0	77,0**
Superfosfat	40,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	przed siewem	200,0	80,0
Sól potasowa	60,0 K <sub>2</sub> O	przed siewem	250,0	150,0
Polifoska 6	NPK(S) 6,0-20,0-30,0(7,0)	siew; BBCH 00	150,0	9,0-30,0- 45,0(10,5)
Saletrzak	27,0 N			40,0
Insol 4	mieszanka mikroelementowa, wieloskładnikowa	BBCH 19	1,0 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	x
Insol B	10,0 B		1,0 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	0,1 dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>

\*Dawka N1; \*\*Dawka N2

## 4.2.3. Ochrona roślin przed agrofagami

Tabela 4. Zestawienie środków ochrony roślin stosowanych w uprawie buraka cukrowego

Zwalczany agrofag	Zastosowany preparat		Faza rozwojowa buraka cukrowego	Dawka preparatu [dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup> ]
	nazwa handlowa	substancja czynna		
Chwasty	Roundup 360 Plus	glifosat	przed siewem	3,00
	Betanal MaxxPro 209 OD	desmedifam etofumesat lenacyl fenmedifam	BBCH 12	1,25
			BBCH 15	1,40
			BBCH 19	1,25
Agil S 100 EC	propachizafop	BBCH 18	1,50	
Szkodniki	Proteus 110 OD	tiachlopyrd deltametryna	BBCH 19	0,50
Patogeny grzybowe	Duett Star 334 SE	fenpropimorf epoksykonazol	BBCH 39	1,00

### 4.3. BADANIA POLOWE, POMIARY I OBSERWACJE

Na poletkach doświadczalnych badano wybrane właściwości fizyczne łoża siewnego w okresie od kwietnia do czerwca (temperatura i wilgotność gleby w otoczeniu wysianych nasion), w terminach 7, 14, 21, 28 i 35 dni po siewie buraka cukrowego. Pomiar wykonywano za pomocą sondy TDR WET-2 oraz czytnika HH2 (Delta-T Devices).

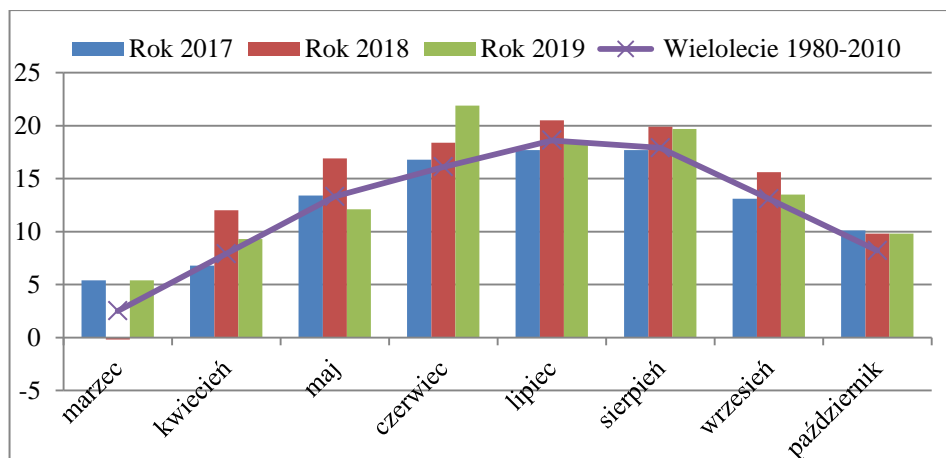
Badania oporu penetracji gleby przeprowadzono za pomocą ręcznego penetrometru, w warstwie gleby 0-30 cm, zarówno w rzędach roślin jak i w międzyrzędziach. Pomiar oporu penetracji wykonano przed zakończeniem wchodów roślin buraka cukrowego, 28 dni po siewie. W poszczególnych latach przypadły one w następujących terminach: 09.05.2017 r., 18.05.2018 r. oraz 06.05.2019 r.

Pomiar SPAD (Soil Plant Analysis System), czyli stan odżywienia roślin azotem lub inaczej pomiar indeksu zieloności liścia, wykonywany był w okresie intensywnego wzrostu roślin, to jest od początku czerwca, co tydzień w początkowym okresie i co 2 tygodnie, w sierpniu, za pomocą ręcznego chlorofilometru N-Tester, firmy YARA. Pomiar wykonywano na najmłodszych liściach 30 roślin z każdego poletka doświadczalnego. Określano również obsadę roślin [szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>] 14, 21 i 28 dni po siewie oraz po zakończeniu wschodów buraka cukrowego.

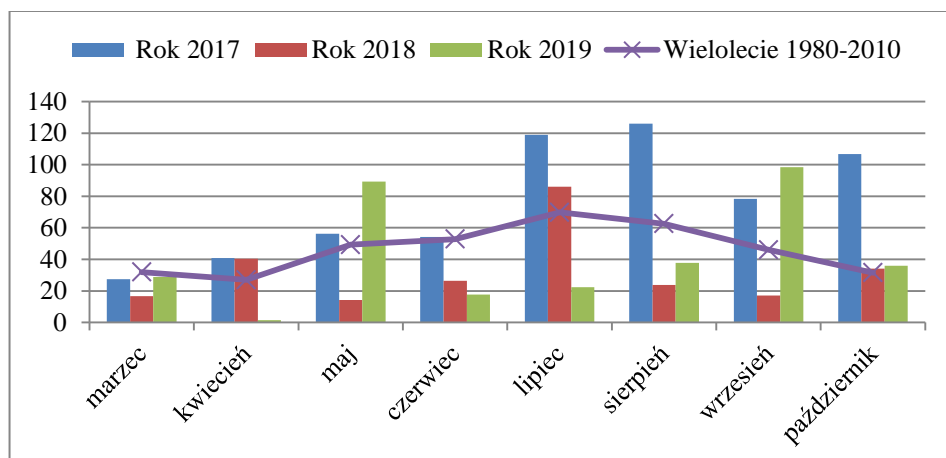
Zbiór buraków cukrowych wykonywano corocznie w październiku, to jest 9-10.10.2017, 16-18.10.2018 oraz 14-16.10.2019 roku. Składał się on z trzech etapów, jakimi były obcięcie liści z główkami, wykopanie korzeni oraz zwiezenie z pola doświadczalnego. Zbiór buraka został wykonany ręcznie. Na każdym poletku, był ważony plon korzeni i liści oraz określana była całkowita liczba korzeni [szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>], liczba korzeni małych (o grubości < 4 cm), średnich (o grubości 4-8 cm) i dużych (o grubości >8 cm).

Na polu doświadczalnym, na 4 podstawowych obiektach (uprawa pasowa, uprawa tradycyjna, po międzyplonie ścierniskowym oraz kontrola (bez międzyplonu), przeprowadzono pomiar zasiedlenia gleby przez dżdżownice. Po zbiorze buraka z każdego poletka były pobierane 4 monolity glebowe o wymiarach 20x20x20 cm, z których po ręcznym przesortowaniu i przesianiu przez sito o wymiarach oczek w kształcie kwadratu o powierzchni 0,64 cm<sup>2</sup>, wydobywano dżdżownice [Crittenden i in., 2015]. Określano masę dżdżownic oraz liczbę osobników dojrzałych i młodocianych [Stop-Bowitz, 1969].

#### 4.4. WARUNKI METEOROLOGICZNE



Rys. 1. Średnie miesięczne temperatury powietrza [°C]



Rys.2. Sumy miesięczne opadów atmosferycznych [mm]

Źródło: Punkt pomiarowy w SB WRiB w Mochełku. Pracownia Melioracji i Agrometeorologii WRiB Politechniki Bydgoskiej

Burak cukrowy należy do roślin o dużych wymaganiach wodnych i ciepłych. W okresie badawczym warunki pogodowe były znacznie zróżnicowane, zarówno pod względem temperatury powietrza jak i opadów atmosferycznych (rys. 1 i 2).



W 2017 roku średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji buraka cukrowego, była nieznacznie niższa od średniej wieloletniej. Najcieplejszymi miesiącami były czerwiec, lipiec oraz sierpień.

Opady atmosferyczne były jednym z kluczowych elementów decydujących o warunkach klimatycznych. Sumy opadów w 2017 roku były aż w sześciu miesiącach znacznie wyższe niż średnie z wielolecia. Ponadto rok ten był najbardziej obfity w opady w porównaniu z pozostałymi latami badań.

W sezonie wegetacyjnym 2018, występowały okresy posuszne, głównie dotyczyło to maja i czerwca. Ponadto rok ten charakteryzował się najniższą sumą opadów deszczu w okresie od marca do zbioru roślin, odbywającego się w październiku. Ilość opadów w 2018 roku była znacznie mniejsza niż w wieloleciu 1980-2010 (o ponad 100 mm).

W 2019 roku średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji buraka cukrowego była najbardziej zbliżona do średniej wieloletniej. Najcieplejszym miesiącem w tym okresie był czerwiec ze średnią temperaturą powietrza odpowiadającą blisko 22°C, co w stosunku do średniej wieloletniej było to aż o 5,8°C więcej. 2019 rok był okresem, który najbardziej odbiegał od średniej wieloletniej pod względem opadów atmosferycznych. Sumy opadów w 2019 roku były w sześciu miesiącach znacznie niższe od średnich z wielolecia.

## 4.5. BADANIA LABORATORYJNE

W Laboratorium Kutnowskiej Hodowli Buraka Cukrowego w Straszkwie oznaczono w korzeniach buraka zawartość cukru oraz związków melasotwórczych (potasu, sodu, azotu-alfa-aminowego) [mmol·kg<sup>-1</sup>] Badania te przeprowadzono na automatycznej linii Venema. Ponadto, w Laboratorium Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii Politechniki Bydgoskiej, oznaczono w liściach buraka zawartość:

- azotu ogólnego – metodę Kjeldahla,
- fosforu – metodą wanadowo-molibdenową,
- potasu i wapnia – metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej,
- magnezu – metodą kolorymetryczną z żółcieniem tytanową,
- włókna surowego – metodą wagową (aparatury firmy ANKOM).

Dla oceny warunków realizacji badań, wykonano analizę prób glebowych w zakresie zawartości makroelementów (potasu, fosforu i magnezu) [mg/100g gleby], azotu ogólnego [%] i węgla [%] oraz wartości pH. Metody, zastosowane w próbach do badań prób glebowych:

- azot ogólny – metoda Kjeldahla,
- potas i fosfor – oznaczenie przyswajalnego potasu i fosforu metodą Egnera-Riehma,

- magnez – oznaczenie przyswajalnego magnezu metodą Schachtschabela,
- węgiel – metoda Tiurina,
- odczyn gleby – metoda potencjometryczna.

#### 4.6. KALKULACJA EKONOMICZNA

Rolnik podejmując decyzję, dotyczącą wykorzystania posiadanych zasobów i środków, aby osiągnąć najlepsze wyniki ekonomiczne wykorzystuje rachunek ekonomiczny. Rachunek ten pozwala na ustalenie i porównanie nakładów z osiągniętymi rezultatami, czyli efektami. Aby wyliczyć dochodowość dwóch różnych systemów uprawy buraka cukrowego to jest tradycyjnego i pasowego, posłużono się kalkulacją kosztów.

Wartość produkcji określono na podstawie wielkości plonu korzeni buraka oraz średniej ceny zbytu z trzech lat badań. Przyjęty w analizie średni plon korzeni spichrzowych buraka cukrowego wyniósł 706,61 dt·ha<sup>-1</sup> w uprawie tradycyjnej oraz 729,82 dt·ha<sup>-1</sup> w uprawie pasowej.

W zestawieniu kosztów produkcji uwzględniono koszty zakupu materiału siewnego, koszty nawozów mineralnych, koszty chemicznych środków ochrony roślin, a także koszty usług wykonywanych w czasie uprawy buraka oraz koszty pracy najemnej.

Należy zaznaczyć, że wszystkie koszty oraz uwzględnione ceny zastosowane w kalkulacji odpowiadają średniej cenie rynkowej z 2021 roku. Zostały one opracowane na podstawie publikacji „Kalkulacje Rolnicze”, którą wydaje Kujawsko-Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Minikowie. Ponieważ badania prowadzono w Mochelku do obliczeń wykorzystano ceny środków produkcji występujące w województwie kujawsko-pomorskim oraz dane z portalu Kujawsko-Pomorskie Notowania Cen Rolniczych [[www.notowania.kpodr.pl](http://www.notowania.kpodr.pl)].

Poziom nakładów materiałowych przyjęto na podstawie rzeczywistego zużycia w stacji doświadczalnej i cen środków produkcji, a zmienne koszty maszynowe obliczono na podstawie rzeczywistych parametrów rocznego wykorzystania sprzętu i wydajności w stacji doświadczalnej w Mochelku w ciągu roku.

Opłacalność produkcji buraka cukrowego określono kategorią nadwyżki bezpośredniej. Jej wartość stanowi różnica między wartością produkcji a kosztami bezpośrednimi. Z kolei dochód rolniczy netto z uprawy 1 ha buraków uzyskano pomniejszając wartość nadwyżki bezpośredniej o wartość kosztów pośrednich.

Elementy uprawy buraka cukrowego w technologii tradycyjnej i pasowej przedstawiono w tabelach 1-4.

Koszty aplikacji nawozów mineralnych i organicznych, orki przedzimowej (ziębli), siewu buraka cukrowego, opryskiwania pestycydami oraz zbioru pozyskano z Politechniki Bydgoskiej, a transportu plonu korzeni buraka

cukrowego do cukrowni z Krajowej Spółki Cukrowej S.A. *Oddział Cukrownia "Kruszwica"*.

Natomiast koszty pracy zestawu maszyn użytych do pasowej uprawy i siewu buraka cukrowego udostępniła Firma Czajkowski Maszyny Sp. z o.o. z Sokołowa.

Obok kosztów bezpośrednich uwzględniono koszty pośrednie, na które składają się koszty pracy maszyn własnych, obowiązkowe ubezpieczenie rolnika (OC) i podatek rolny oraz koszt pracy ludzkiej. Podatek rolny za hektar przeliczeniowy w gminie Sicienko w 2021 roku wyniósł 115,00 zł.

Na przychody produkcji buraka cukrowego składają się: przychód ze sprzedaży korzeni buraka, wartość wysłodków, dopłaty bezpośrednie i dopłata cukrowa. Przychody te pomniejszone o koszty uprawy dały dochód z uprawy 1 ha buraków.

#### **4.7. ZASTOSOWANE METODY STATYSTYCZNE**

Uzyskane wyniki badań opracowano statystycznie, przeprowadzając analizę wariancji, według modelu właściwego dla układu losowanych podbloków (split-split-plot). Istotność różnic, dla poszczególnych poziomów czynników oraz interakcji pomiędzy czynnikami, testowano przy pomocy półprzedziału ufności Tukey'a na poziomie istotności  $p = 0,05$ .

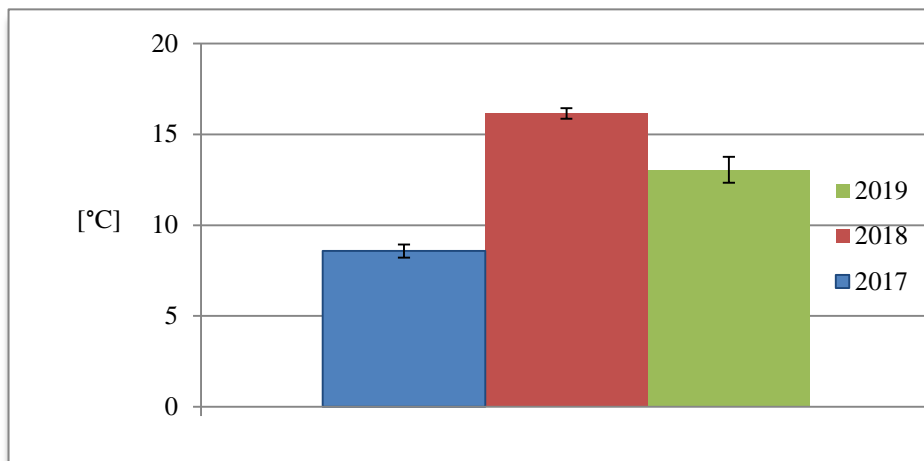
Do opracowania wyników, został wykorzystany program komputerowy Anw 2.0. oraz Microsoft Office Excel 2010.

Wyznaczono także współczynniki korelacji liniowej prostej pomiędzy plonem korzeni spichrzowych, a zawartością w nich sacharozy i melasotworów. Analiza została wykonana przy pomocy programu komputerowego Statistica StatSoft oraz Microsoft Office Excel 2010.

## 5. WYNIKI

### 5.1. WŁAŚCIWOŚCI GLEBY PO SIEWIE I W OKRESIE POCZĄTKOWEGO WZROSTU BURAKA CUKROWEGO

#### 5.1.1. Temperatura łoża siewnego



Rys. 3. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 7 dni po siewie [°C] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 5. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 7 dni po siewie [°C]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	9,238	9,137	8,475	8,950
	N2	9,113	9,275	8,425	8,938
	średnie	9,175	9,206	8,450	8,944
tradycyjna	N1	8,225	8,225	8,200	8,217
	N2	8,238	8,200	8,175	8,204
	średnie	8,231	8,213	8,188	8,210
średnia	N1	8,731	8,681	8,337	8,583
	N2	8,7675	8,738	8,300	8,571
	średnie	8,703	8,709	8,319	8,577
Czynniki: I – 0,616; II – n.i*; III – 0,285					
NIR <sub>0,05</sub>	Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,574; III w I – 0,404; II w III – n.i.; III w II – 0,404				

cd. tabeli 5

2019					
pasowa	N1**	12,188	12,225	12,225	12,213
	N2	12,200	12,063	12,175	12,146
	średnie	12,194	12,144	12,200	12,179
tradycyjna	N1	13,975	14,075	14,012	14,021
	N2	13,775	13,850	13,800	13,808
	średnie	13,875	13,962	13,906	13,915
średnia	N1	13,081	13,150	13,119	13,117
	N2	12,988	12,956	12,989	12,977
	średnie	13,034	13,053	13,053	13,047
Czynniki: I – 1,211; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	12,450	12,412	12,175	12,346
	N2	12,379	12,321	12,100	12,267
	średnie	12,415	12,367	12,137	12,306
tradycyjna	N1	12,917	12,950	12,921	12,929
	N2	12,813	12,850	12,825	12,829
	średnie	12,865	12,900	12,873	12,879
średnia	N1	12,683	12,681	12,548	12,637
	N2	12,596	12,585	12,463	12,548
	średnie	12,640	12,633	12,505	12,593
Czynniki: I – 0,468; II – n.i.; III – 0,039 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,055; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Temperatura łoża siewnego 7 dni po siewie różniła się w poszczególnych latach eksperymentu (rys. 3). Najwyższe wartości tej cechy stwierdzono w 2018 roku, niższe w 2019 roku oraz najniższe w 2017 roku, w którym temperatura wynosiła jedynie 8,58°C, co stanowiło tylko 53,1% najwyższej wartości temperatury łoża siewnego, którą stwierdzono w 2018 roku (16,1°C).

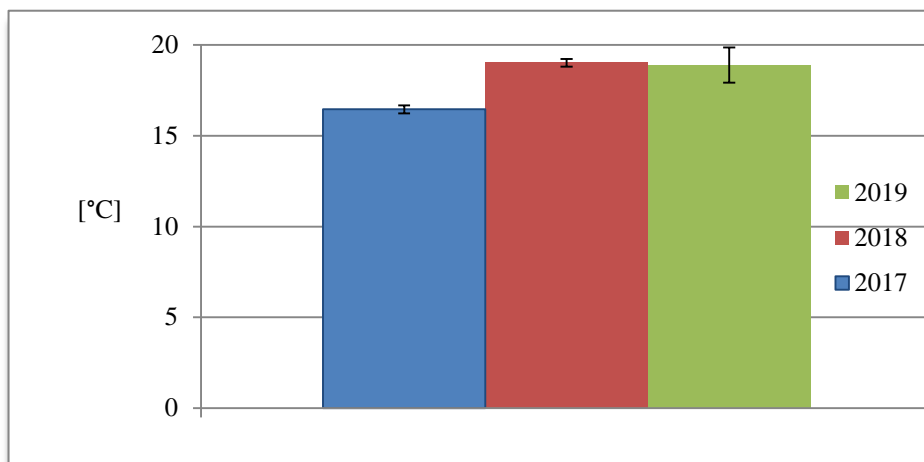
W 2017 roku temperatura gleby w otoczeniu wysianych nasion była zależna od sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych (tabela 5). Na stanowiskach, na których zastosowano uprawę pasową, temperatura łoża siewnego była istotnie wyższa niż po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuźnej. Stwierdzono również, że na poletkach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, nastąpiło istotne zwiększenie wartości opisywanej cechy, w porównaniu do kontroli. Ponadto wykazano interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami w kształtowaniu tej cechy. Na stanowiskach z grochem siewnym i wyką siewną, uprawa tradycyjna przyczyniła się

do istotnego zmniejszenia temperatury łoża siewnego 7 dni po siewie. W kontroli (bez międzyplonu) technologia uprawy roli nie wpływała istotnie na tę cechę.

W 2018 roku nie stwierdzono wpływu poszczególnych czynników doświadczenia polowego na badaną wielkość. Nie stwierdzono też istotnych interakcji. Biorąc pod uwagę ten fakt, przedstawiono tylko średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i odchylenie standardowe (rys. 3).

W 2019 roku stwierdzono wpływ sposobu uprawy roli na temperaturę gleby w otoczeniu wysianych nasion 7 dni po siewie. Uprawa pasowa wywarła niekorzystny wpływ na tę cechę w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Nie odnotowano istotnych interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia w odniesieniu do tej cechy.

W syntezie wyników z trzech lat badań wykazano istotny wpływ technologii uprawy roli i międzyplonów na temperaturę łoża siewnego 7 dni po siewie. Tradycyjna uprawa płuzna przyczyniła się do zwiększenia temperatury łoża siewnego 7 dni po siewie. Stwierdzono też interakcję pomiędzy międzyplonami ścierniskowymi i sposobem uprawy roli. Po zastosowaniu uprawy pasowej, temperatura łoża siewnego była istotnie niższa na obiektach kontrolnych niż po międzyplonie z grochu siewnego i wyki siewnej. W obiektach z tradycyjną uprawą płuzną nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu na tę cechę. Innych istotnych interakcji nie wykazano w syntezie wyników z całego okresu badań.



Rys. 4. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 14 dni po siewie [°C] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 6. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 14 dni po siewie [°C]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	15,975	16,188	16,337	16,167
	N2	16,175	16,237	16,375	16,262
	średnie	16,075	16,212	16,356	16,215
tradycyjna	N1	16,688	16,700	16,765	16,718
	N2	16,700	16,675	16,700	16,692
	średnie	16,694	16,688	16,733	16,705
średnia	N1	16,331	16,444	16,551	16,442
	N2	16,438	16,456	16,538	16,477
	średnie	16,384	16,450	16,544	16,46
Czynniki: I – 0,202; II – n.i.*; III – 0,136 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,192; II w III – n.i.; III w II – 0,192					
2018					
pasowa	N1**	18,775	18,850	18,850	18,825
	N2	18,750	18,700	18,750	18,733
	średnie	18,763	18,775	18,800	18,779
tradycyjna	N1	19,325	19,350	19,200	19,292
	N2	19,200	19,275	19,200	19,225
	średnie	19,262	19,313	19,200	19,258
średnia	N1	19,050	19,100	19,025	19,058
	N2	18,975	18,988	18,975	18,979
	średnie	19,013	19,044	19,000	19,019
Czynniki: I – 0,383; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,095; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	17,163	17,637	18,175	17,658
	N2	18,038	17,525	18,137	17,900
	średnie	17,600	17,581	18,156	17,779
tradycyjna	N1	19,962	20,000	20,025	19,996
	N2	20,087	20,137	19,962	20,062
	średnie	20,025	20,069	19,994	20,029
średnia	N1	18,563	18,819	19,100	18,827
	N2	19,063	18,831	19,050	18,981
	średnie	18,813	18,825	19,075	18,904
Czynniki: I – 2,207; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 2,033; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

cd. tabeli 6

Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	17,304	17,558	17,787	17,550
	N2	17,654	17,487	17,754	17,632
	średnie	17,479	17,523	17,771	17,591
tradycyjna	N1	18,658	18,683	18,663	18,668
	N2	18,662	18,696	18,621	18,660
	średnie	18,660	18,690	18,642	18,664
średnia	N1	17,981	18,121	18,225	18,109
	N2	18,158	18,091	18,187	18,146
	średnie	18,070	18,106	18,206	18,127
Czynniki: I – 0,658; II – n.i.; III – 0,048					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,067; II w III – n.i.; III w II – 0,067					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Rysunek 4 przedstawia temperaturę łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 14 dni po siewie. Jedyne rok 2017, odbiegał nieco od średnich temperatur łoża siewnego z dwóch kolejnych lat eksperymentu polowego. W całym okresie badań, cecha ta była zależna od czynników doświadczenia (tabela 6).

W 2017 roku temperatura gleby w otoczeniu wysianych nasion była modyfikowana przez sposób uprawy roli i międzyplony ścierniskowe (tabela 6). Na stanowiskach, na których zastosowano uprawę pasową, temperatura łoża siewnego była istotnie niższa niż po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuźnej. Stwierdzono również, że temperatura gleby w otoczeniu wysianych nasion była po międzyplonie z grochu siewnego istotnie niższa niż w kontroli (bez międzyplonu). Wykazano też współdziałanie międzyplonów i sposobu uprawy roli w odniesieniu do tej cechy. Po zastosowaniu uprawy pasowej, na poletkach z grochem siewnym, temperatura łoża siewnego w tym terminie była istotnie niższa w porównaniu z poletkami kontrolnymi (bez międzyplonu). W uprawie tradycyjnej nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu na tę cechę. Stwierdzono również interakcję pomiędzy międzyplonami i dawką azotu w odniesieniu do tej cechy. Międzyplon z grochu siewnego w obiektach nawożonych azotem w dawce N1 wywarł ujemny w porównaniu do kontroli wpływ na temperaturę gleby w strefie kiełkowania nasion buraka cukrowego. W obiektach nawożonych azotem w dawce N2 nie stwierdzono wpływu międzyplonu na tę cechę.

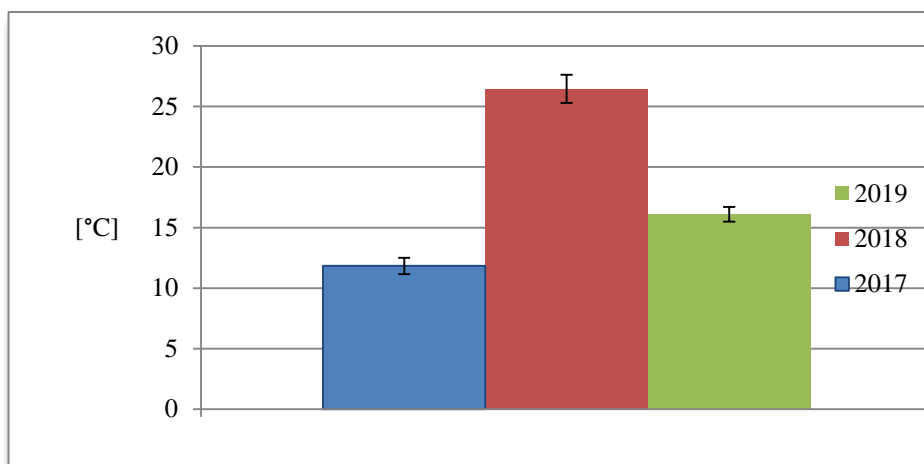
W 2018 roku, wykazano wpływ tylko pierwszego czynnika doświadczenia na badaną cechę. Podobnie jak rok wcześniej (w 2017 roku), uprawa pasowa wywarła niekorzystny wpływ na temperaturę łoża siewnego 14 dni po siewie. Stwierdzono istotną interakcję pomiędzy międzyplonami i technologią uprawy



roli. Po zastosowaniu uprawy tradycyjnej, temperatura łoża siewnego była istotnie niższa na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu) niż po zielonym nawozie z grochu siewnego i wyki siewnej. W obiekcie z uprawą pasową nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu na tę cechę.

W 2019 roku, stwierdzono wpływ sposobu uprawy roli na temperaturę łoża siewnego. Po zastosowaniu uprawy pasowej temperatura gleby w otoczeniu wysianych nasion była istotnie niższa niż po zastosowaniu uprawy tradycyjnej. Wykazano też interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na obiektach z uprawą pasową, wartość opisywanej cechy, była istotnie niższa na poletkach z grochem siewnym i wyką siewną w porównaniu do kontroli. Na obiektach z uprawą tradycyjną nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu na tę cechę.

Analiza statystyczna całego okresu badań wykazała wpływ technologii uprawy roli na temperaturę łoża siewnego 14 dni po siewie. Po zastosowaniu uprawy pasowej temperatura łoża siewnego była istotnie niższa niż po zastosowaniu uprawy tradycyjnej. Stwierdzono również, że w obiektach z uprawą pasową, międzyplony z grochu siewnego i wyki siewnej, przyczyniły się w sposób istotny do zmniejszenia temperatury łoża siewnego 14 dni po siewie. W obiektach z uprawą tradycyjną, nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonów na tę cechę. Stwierdzono także współdziałanie międzyplonów i dawki azotu. Zwiększenie dawki nawozu azotowego na obiektach z grochem siewnym i w kontroli (bez międzyplonu), wywarło pozytywny wpływ na temperaturę gleby w strefie kiełkowania nasion buraka cukrowego w porównaniu z poletkami z wyką siewną, na których temperatura łoża siewnego nie była zależna od dawki azotu.



Rys. 5. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 21 dni po siewie [°C] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 7. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 21 dni po siewie [°C]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	10,825	10,775	11,725	11,108
	N2	10,775	10,762	11,750	11,096
	średnie	10,800	10,769	11,738	11,102
tradycyjna	N1	12,713	12,725	12,200	12,546
	N2	12,688	12,712	12,275	12,558
	średnie	12,700	12,719	12,238	12,552
średnia	N1	11,769	11,750	11,962	11,827
	N2	11,731	11,737	12,012	11,827
	średnie	11,750	11,744	11,987	11,827
Czynniki: I – 0,705; II – n.i.*; III – 0,207 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,671; III w I – 0,292; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	16,392	16,758	17,004	16,718
	N2	16,642	16,700	17,342	16,894
	średnie	16,517	16,729	17,173	16,806
tradycyjna	N1	18,780	18,829	18,533	18,714
	N2	18,600	18,546	18,212	18,453
	średnie	18,690	18,688	18,373	18,583
średnia	N1	17,586	17,794	17,769	17,716
	N2	17,621	17,623	17,777	17,674
	średnie	17,603	17,708	17,773	17,695
Czynniki: I – 1,145; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,566; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Temperatura łoża siewnego 21 dni po siewie znacznie różniła się w poszczególnych latach eksperymentu (rys. 5). Była ona bardzo niska w 2017 roku, nieco wyższa w 2019 roku oraz bardzo wysoka w 2018 roku.

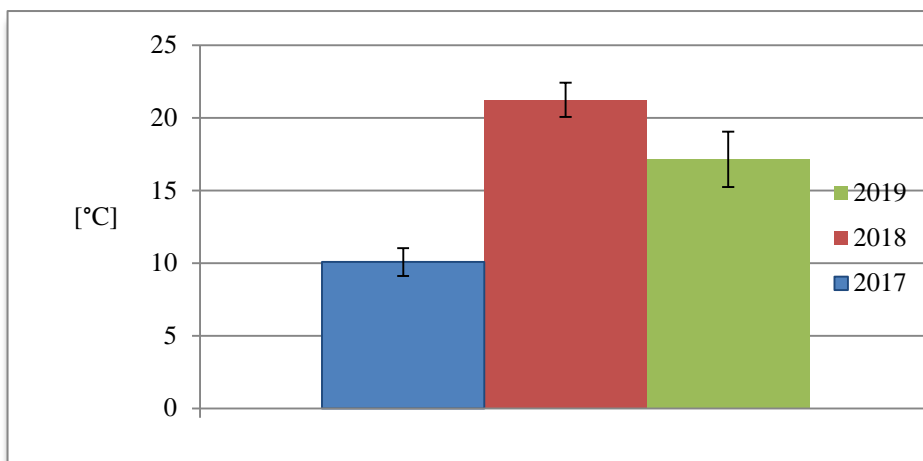
W 2017 roku stwierdzono wpływ technologii uprawy roli i międzyplonów na temperaturę łoża siewnego (tabela 7). Analiza statystyczna udowodniła, że na stanowiskach, gdzie zastosowano uprawę pasową, temperatura gleby w otoczeniu wysianych nasion była istotnie niższa niż po zastosowaniu technologii tradycyjnej. Stwierdzono także, że międzyplony ścierniskowe przyczyniły się w sposób istotny do zmniejszenia temperatury łoża siewnego 21 dni po siewie, w porównaniu do obiektów kontrolnych (bez międzyplonu). Wykazano też współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów.

Na obiektach z uprawą pasową, opisywana wielkość, była istotnie niższa na poletkach z międzyplonami ścierniskowymi niż na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu). Tymczasem po zastosowaniu uprawy tradycyjnej, na obiektach kontrolnych stwierdzono istotnie niższą temperaturę niż po międzyplonach. Innych istotnych interakcji nie wykazano.

W 2018 i 2019 roku, nie wykazano wpływu czynników doświadczenia na badaną cechę. Ponadto nie stwierdzono też istotnych interakcji.

Analiza statystyczna z całego okresu badań polowych wykazała wpływ jedynie technologii uprawy roli na temperaturę gleby w otoczeniu wysianych nasion 21 dni po siewie. Uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zmniejszenia temperatury gleby w strefie kiełkowania nasion buraka cukrowego w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Stwierdzono też współdziałanie międzyplonów ścierniskowych i sposobu uprawy roli w kształtowaniu temperatury łoża siewnego 21 dni po siewie.

Po zastosowaniu uprawy pasowej, temperatura łoża siewnego była istotnie niższa na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego niż w kontroli (bez międzyplonu). Na obiektach z uprawą tradycyjną nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonów ścierniskowych na tę cechę.



Rys. 6. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 28 dni po siewie [°C] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 8. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 28 dni po siewie [°C]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	11,713	11,512	9,950	11,058
	N2	11,688	11,525	9,938	11,050
	średnie	11,700	11,519	9,944	11,054
tradycyjna	N1	8,900	8,813	9,700	9,138
	N2	8,787	8,750	9,700	9,079
	średnie	8,844	8,781	9,700	9,108
średnia	N1	10,306	10,162	9,825	10,098
	N2	10,238	10,137	9,819	10,065
	średnie	10,272	10,150	9,822	10,081
Czynniki: I – 1,929; II – n.i.*; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 1,858; III w I – 0,863; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	19,663	19,938	19,850	19,817
	N2	20,000	19,900	19,950	19,950
	średnie	19,831	19,919	19,900	19,883
tradycyjna	N1	22,588	22,537	22,462	22,529
	N2	22,825	22,575	22,725	22,708
	średnie	22,706	22,556	22,594	22,619
średnia	N1	21,125	21,237	21,156	21,173
	N2	21,413	21,238	21,337	21,329
	średnie	21,269	21,238	21,247	21,251
Czynniki: I – 2,443; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	19,450	19,625	19,037	19,371
	N2	19,475	19,487	19,188	19,383
	średnie	19,463	19,556	19,112	19,377
tradycyjna	N1	14,825	14,838	15,063	14,908
	N2	14,963	15,012	14,875	14,950
	średnie	14,894	14,925	14,969	14,929
średnia	N1	17,138	17,231	17,050	17,140
	N2	17,219	17,250	17,031	17,167
	średnie	17,178	17,241	17,041	17,153
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,441; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

cd. tabeli 8

Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	16,942	17,025	16,279	16,749
	N2	17,054	16,0971	16,359	16,795
	średnie	16,998	16,998	16,319	16,772
tradycyjna	N1	15,438	15,396	15,742	15,525
	N2	15,525	15,446	15,767	15,579
	średnie	15,481	15,421	15,754	15,552
średnia	N1	16,190	16,211	16,010	16,137
	N2	16,290	16,208	16,063	16,187
	średnie	16,240	16,209	16,036	16,162
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,11					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 1,421; III w I – 0,153; II w III – n.i.; III w II – 0,153					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Rozkład średniej temperatury łoża siewnego 28 dni po siewie nasion buraka cukrowego był bardzo zróżnicowany w latach badań (rys. 6). Najniższa wartość została odnotowana w 2017 roku i wyniosła jedynie 10,1°C, blisko 70% większą temperaturę wykazano w 2019 roku oraz 110% większą od najniższej w 2018 roku (odpowiednio 17,2°C i 21,3°C).

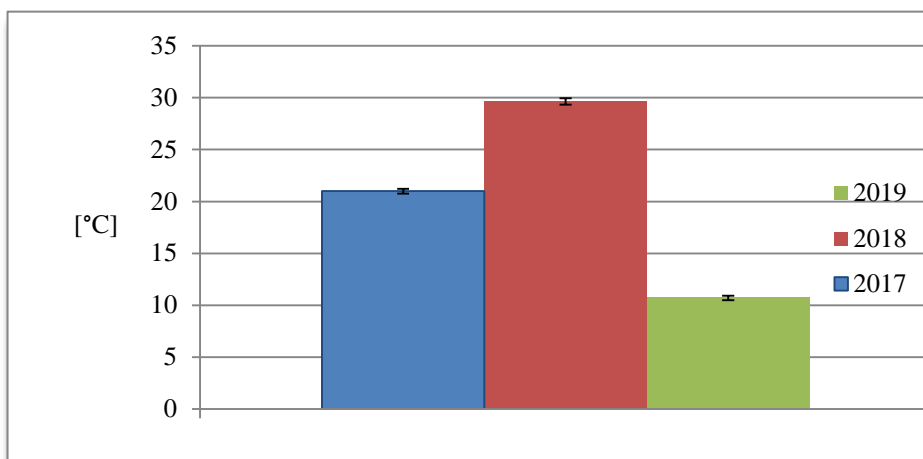
W 2017 roku stwierdzono wpływ sposobu uprawy roli na temperaturę łoża siewnego (tabela 8). Analiza potwierdziła, że na stanowiskach, gdzie zastosowano uprawę pasową, temperatura łoża siewnego była istotnie wyższa w porównaniu do technologii uprawy tradycyjnej. Stwierdzono też współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych w kształtowaniu temperatury łoża siewnego 28 dni po siewie. Na stanowiskach z uprawą pasową, temperatura gleby w otoczeniu wysianych nasion buraka cukrowego, była istotnie wyższa na poletkach z międzyplonami ścierniskowymi niż na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu). Natomiast w obiektach z uprawą tradycyjną międzyplony powodowały istotne obniżenie temperatury łoża siewnego w porównaniu do obiektów kontrolnych. Innych interakcji nie stwierdzono.

W kolejnym roku badań polowych wykazano jedynie wpływ technologii uprawy roli na kształtowanie temperatury łoża siewnego w otoczeniu wysianych nasion buraka cukrowego. Na poletkach po zastosowaniu uprawy pasowej, wartość tej cechy była istotnie niższa. Tradycyjna uprawa płuzna przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia temperatury gleby w strefie kiełkowania nasion buraka cukrowego. Nie wykazano żadnych istotnych interakcji.

W 2019 roku żaden z czynników doświadczenia polowego nie wpływał w sposób istotny na temperaturę łoża siewnego. Wykazano jednak interakcję pomiędzy międzyplonami i technologią uprawy roli. Po zastosowaniu uprawy

pasowej, temperatura łoża siewnego była istotnie wyższa na obiektach z zielonym nawozem z wyki siewnej w porównaniu z kontrolą (bez międzyzplonu). Po zastosowaniu uprawy tradycyjnej międzyzplony nie wpływały istotnie na tę cechę.

Analiza statystyczna z całego okresu badań wykazała istotny wpływ międzyzplonów ścierniskowych na temperaturę łoża siewnego 28 dni po siewie. Na poletkach, gdzie zastosowano międzyzplony z grochu siewnego i wyki siewnej, temperatura łoża siewnego kształtowała się na istotnie wyższym poziomie niż na poletkach kontrolnych (bez międzyzplonu). Stwierdzono też współdziałanie uprawy roli i międzyzplonów w kształtowaniu temperatury łoża siewnego 28 dni po siewie. Na stanowiskach z uprawą pasową, temperatura gleby w otoczeniu wysianych nasion była istotnie wyższa na poletkach z międzyzplonami ścierniskowymi z grochu siewnego i wyki siewnej w porównaniu z obiektem kontrolnym (bez międzyzplonu). Tymczasem na poletkach, na których zastosowano tradycyjną uprawę płużną, temperatura łoża siewnego 28 dni po siewie, na poletkach kontrolnych (bez międzyzplonu), była istotnie wyższa w porównaniu z zielonym nawozem z międzyzplonów ścierniskowych.



Rys. 7. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 35 dni po siewie [°C] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 9. Temperatura łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 35 dni po siewie [°C]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	21,313	21,300	20,638	21,083
	N2	21,363	21,375	20,625	21,121
	Średnie	21,337	21,338	20,631	21,102
tradycyjna	N1	20,962	20,962	20,688	20,871
	N2	21,012	20,950	20,700	20,888
	Średnie	20,987	20,956	20,694	20,879
średnia	N1	21,137	21,131	20,663	20,977
	N2	21,188	21,163	20,663	21,004
	Średnie	21,162	21,147	20,663	20,991
Czynniki: I – 0,147; II – n.i.*; III – 0,149 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,173; III w I – 0,211; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	30,050	29,988	30,063	30,033
	N2	29,975	29,962	30,038	29,992
	Średnie	30,013	29,975	30,050	30,012
tradycyjna	N1	29,575	29,412	29,288	29,425
	N2	28,725	29,350	29,275	29,117
	Średnie	29,150	29,381	29,281	29,271
średnia	N1	29,813	29,700	29,675	29,729
	N2	29,350	29,656	29,656	29,554
	Średnie	29,581	29,678	29,666	29,642
Czynniki: I – 0,189; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	10,400	10,488	10,500	10,463
	N2	10,425	10,438	10,450	10,437
	średnie	10,412	10,463	10,475	10,450
tradycyjna	N1	11,000	10,975	11,000	10,992
	N2	10,900	10,887	10,887	10,892
	średnie	10,950	10,931	10,944	10,942
średnia	N1	10,700	10,731	10,750	10,727
	N2	10,662	10,662	10,669	10,665
	średnie	10,681	10,697	10,709	10,696
Czynniki: I – 0,263; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

cd. tabeli 9

Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	20,588	20,592	20,400	20,527
	N2	20,588	20,592	20,371	20,517
	średnie	20,588	20,592	20,386	20,522
tradycyjna	N1	20,512	20,450	20,325	20,429
	N2	20,212	20,396	20,287	20,298
	średnie	20,362	20,423	20,306	20,364
średnia	N1	20,550	20,521	20,363	20,478
	N2	20,400	20,494	20,329	20,408
	średnie	20,475	20,507	20,346	20,443
Czynniki: I – 0,104; II – n.i.; III – 0,017					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 0,148; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,024; II w III – 0,11; III w II – 0,024					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Rozkład średniej temperatury łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion buraka cukrowego 35 dni po siewie był bardzo zróżnicowany. Stwierdzono bardzo duże zróżnicowanie wyników w poszczególnych latach eksperymentu polowego (rys. 7). Najniższą wartość wykazano w 2019 roku (10,7°C), a najwyższą wartość odnotowano w 2018 roku, w którym cecha ta wyniosła blisko 29,6°C.

W 2017 roku stwierdzono istotny wpływ technologii uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych na temperaturę łoża siewnego (tabela 9). Analiza statystyczna wykazała, że na stanowiskach z uprawą pasową, temperatura gleby w otoczeniu wysianych nasion była istotnie wyższa w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na obiektach z międzyplonami z grochu siewnego i wyki siewnej, była ona istotnie wyższa niż na obiektach kontrolnych. Stwierdzono też współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów w kształtowaniu tej cechy. W obiektach z uprawą pasową badany parametr był na poletkach z międzyplonami ścierniskowymi z grochu siewnego i wyki siewnej istotnie wyższy niż po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuźnej. Natomiast na obiektach kontrolnych nie stwierdzono wpływu technologii uprawy na temperaturę łoża siewnego w tym terminie.

W 2018 roku wykazano tylko wpływ sposobu uprawy roli w modyfikowaniu temperatury łoża siewnego. Uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia temperatury gleby w otoczeniu kiełkujących nasion w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuźnej. Nie wykazano żadnych istotnych interakcji między czynnikami eksperymentu.

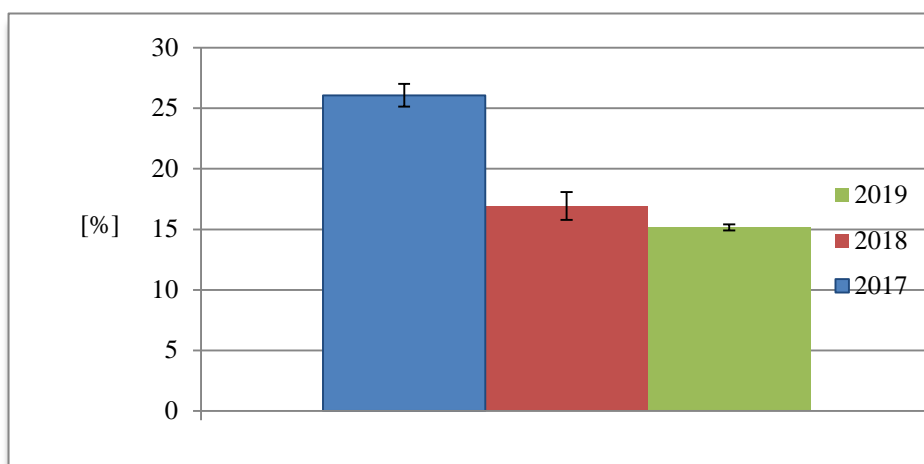
W 2019 roku, technologia uprawy roli przyczyniła się do modyfikacji temperatury łoża siewnego 35 dni po siewie. Na obiektach z uprawą pasową opisywana cecha, była istotnie niższa w porównaniu ze stanowiskami, gdzie zastosowano uprawę tradycyjną. Poza tym nie stwierdzono wpływu innych



czynników na temperaturę łoża siewnego jak również interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi w kształtowaniu tej cechy.

Analiza statystyczna z całego okresu badań potwierdziła wpływ technologii uprawy i międzyplonów ścierniskowych na temperaturę łoża siewnego 35 dni po siewie nasion. Uprawa pasowa przyczyniła się, w sposób istotny do zwiększenia temperatury gleby w strefie kiełkowania nasion 35 dni po siewie. Ponadto, na poletkach z międzyplonami, stwierdzono ich pozytywny wpływ w porównaniu do kontroli na temperaturę łoża siewnego. Stwierdzono też interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i dawką azotu. Po zastosowaniu dawki N2, temperatura łoża siewnego, na obiektach z uprawą pasową, była istotnie wyższa niż w obiektach z uprawą tradycyjną, natomiast po zastosowaniu dawki N1, technologia uprawy roli nie wywarła istotnego wpływu na temperaturę łoża siewnego w tym terminie. Stwierdzono też interakcję między międzyplonami i technologią uprawy roli w modyfikowaniu temperatury łoża siewnego 35 dni po siewie. Po zastosowaniu uprawy pasowej na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego i wyki siewnej, odnotowano istotnie wyższe wartości tego parametru w porównaniu do uprawy tradycyjnej. W kontroli (bez międzyplonu) nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu uprawy roli na tę cechę. Udowodniono również współdziałanie międzyplonów ścierniskowych i dawki azotu. Na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego, zwiększenie dawki N miało wpływ na zmniejszenie badanej wielkości. Na obiektach z wyką siewną i w kontroli (bez międzyplonu) natomiast, nie stwierdzono wpływu dawki azotu na temperaturę łoża siewnego.

### 5.1.2. Wilgotność łoża siewnego



Rys. 8. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 7 dni po siewie [%] (wasy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 10. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 7 dni po siewie [%]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	27,250	27,288	25,487	26,675
	N2	27,550	27,050	26,462	27,021
	średnie	27,400	27,169	25,975	26,848
tradycyjna	N1	25,125	24,913	26,962	25,667
	N2	24,087	23,975	26,788	24,950
	średnie	24,606	24,444	26,875	25,308
średnia	N1	26,188	26,100	26,225	26,171
	N2	25,819	25,513	26,625	25,985
	średnie	26,003	25,806	26,425	26,078
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 1,499; II w I – n.i.; I w III – 1,656; III w I – 1,762; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	18,125	18,350	19,013	18,496
	N2	17,450	17,900	18,512	17,954
	średnie	17,788	18,125	18,763	18,225
tradycyjna	N1	15,588	15,112	15,338	15,346
	N2	15,913	15,487	16,275	15,892
	średnie	15,750	15,300	15,806	15,619
średnia	N1	16,856	16,731	17,175	16,921
	N2	16,681	16,694	17,394	16,923
	średnie	16,769	16,712	17,284	16,922
Czynniki: I – 0,924; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	19,958	20,300	20,267	20,175
	N2	20,038	20,354	19,808	20,067
	średnie	19,998	20,327	20,037	20,121
tradycyjna	N1	18,567	18,350	18,875	18,597
	N2	18,283	18,200	19,604	18,696
	średnie	18,425	18,275	19,240	18,647
średnia	N1	19,263	19,325	19,571	19,386
	N2	19,160	19,277	19,706	19,381
	średnie	19,212	19,301	19,639	19,384
Czynniki: I – 0,881; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,878; III w I – 0,612; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

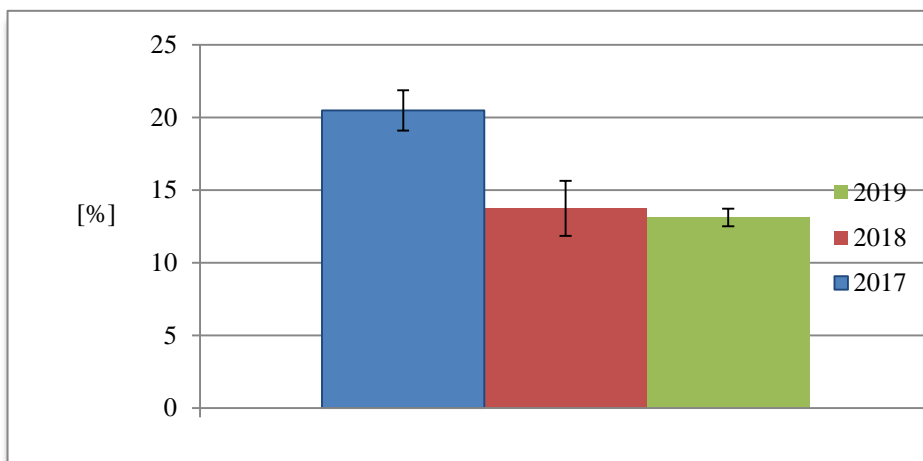
Wilgotność gleby w strefie kiełkowania nasion 7 dni po siewie różniła się w poszczególnych latach eksperymentu polowego. Najwyższe wartości tej cechy stwierdzono w 2017 roku oraz niższe w latach 2018 i 2019 (rys. 8).

W 2017 roku, wilgotność łoża siewnego nie była zależna od czynników doświadczenia (tabela 10). Udowodniono współdziałanie technologii uprawy roli i dawki azotu w kształtowaniu tej cechy. Po zastosowaniu dawki N2, wilgotność gleby w otoczeniu wysianych nasion, na obiektach z uprawą pasową, była istotnie wyższa niż na obiektach z uprawą tradycyjną. Na stanowiskach, w których stosowano nawożenie azotem w dawce N1 technologia uprawy roli nie wpływała na wilgotność łoża siewnego w tym terminie. Stwierdzono także interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonem. Na obiektach z uprawą tradycyjną, wartość opisywanej cechy, była istotnie niższa na poletkach z grochem siewnym i wyką siewną niż w kontroli bez międzyplonu. Na poletkach z uprawą pasową nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu na tę cechę.

W 2018 roku wykazano jedynie wpływ sposobu uprawy roli na wilgotność łoża siewnego 7 dni po siewie. Uprawa pasowa w tym czasie przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia wilgotności łoża siewnego w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Nie stwierdzono żadnych istotnych interakcji w odniesieniu do tej cechy.

W roku 2019 nie stwierdzono wpływu żadnego z badanych czynników na wilgotność gleby w otoczeniu wysianych nasion. Nie wykazano też współdziałania poszczególnych czynników. Z tego powodu, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 8).

Analiza statystyczna za lata 2017-2019 wykazała wpływ technologii uprawy roli na wilgotność łoża siewnego 7 dni po siewie. Parametr ten był w obiekcie z uprawą pasową istotnie wyższy niż po zastosowaniu uprawy tradycyjnej. Stwierdzono istotną interakcję w kształtowaniu tej cechy pomiędzy sposobem uprawy roli i zielonym nawozem z międzyplonów. Na obiektach z tradycyjną uprawą płuzną, opisywana wielkość, była istotnie niższa na poletkach z grochem siewnym i wyką siewną niż w kontroli (bez międzyplonu). W obiektach z uprawą pasową nie stwierdzono wpływu międzyplonów na tę cechę.



Rys. 9. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 14 dni po siewie [%] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 11. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 14 dni po siewie [%]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	21,525	22,550	21,237	21,771
	N2	23,000	22,125	22,012	22,379
	średnie	22,262	22,337	21,625	22,075
tradycyjna	N1	18,887	19,012	19,425	19,108
	N2	19,637	19,087	17,375	18,700
	średnie	19,262	19,050	18,400	18,904
średnia	N1	20,206	20,781	20,331	20,440
	N2	21,319	20,606	19,694	20,540
	średnie	20,762	20,694	20,012	20,490
NIR <sub>0,05</sub>		Czynniki: I – 1,669; II – n.i.*; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.			

cd. tabeli 11

2018					
pasowa	N1**	16,275	16,313	16,825	16,471
	N2	14,775	16,037	15,500	15,438
	średnie	15,525	16,175	16,163	15,954
tradycyjna	N1	11,987	11,200	11,450	11,546
	N2	11,863	10,975	11,775	11,537
	średnie	11,925	11,087	11,613	11,542
średnia	N1	14,131	13,756	14,137	14,008
	N2	13,319	13,506	13,637	13,487
	średnie	13,725	13,631	13,888	13,748
Czynniki: I – 2,035; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	16,737	16,917	16,950	16,868
	N2	16,962	16,771	16,716	16,816
	średnie	16,850	16,844	16,833	16,842
tradycyjna	N1	14,816	14,733	14,742	14,764
	N2	14,900	14,937	14,262	14,700
	średnie	14,858	14,835	14,502	14,732
średnia	N1	15,777	15,825	15,846	15,816
	N2	15,931	15,854	15,489	15,758
	średnie	15,854	15,840	15,668	15,787
Czynniki: I – 0,941; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

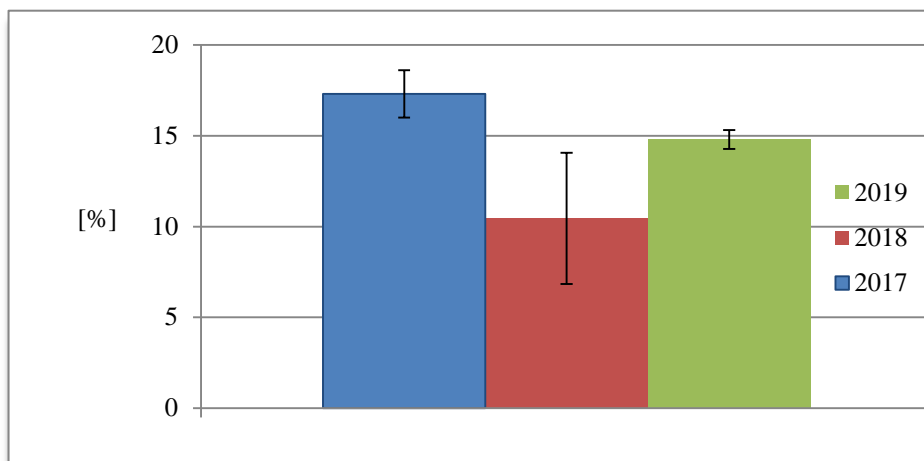
Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 14 dni po siewie różniła się w poszczególnych latach eksperymentu. Najwyższe wartości tej cechy stwierdzono w 2017 roku (rys. 9).

W 2017 roku, wilgotność łoża siewnego była zależna jedynie od technologii uprawy roli (tabela 11). Udowodniono statystycznie, że cecha ta, po zastosowaniu uprawy pasowej, kształtowała się na istotnie wyższym poziomie niż po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuznej. Nie stwierdzono istotnych interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia polowego.

W 2018 roku stwierdzono jedynie wpływ sposobu uprawy roli na wilgotność łoża siewnego 14 dni po siewie. Uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia wilgotności łoża siewnego w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Nie stwierdzono żadnych istotnych interakcji.

W 2019 roku wilgotność łoża siewnego nie zależała od czynników doświadczenia. Ponadto nie stwierdzono współdziałania poszczególnych badanych czynników w kształtowaniu tej cechy.

Analiza statystyczna za lata 2017-2019, wykazała wpływ technologii uprawy roli na badaną cechę. Podobnie jak w latach 2017 i 2018, uprawa pasowa miała pozytywny wpływ na wilgotność łoża siewnego w czasie kiełkowania nasion w porównaniu z uprawą tradycyjną. Nie stwierdzono istotnego wpływu na tę cechę dawki N oraz zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych. Nie zachodziły żadne interakcje pomiędzy czynnikami badawczymi w kształtowaniu wilgotności łoża siewnego 14 dni po siewie.



Rys. 10. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 21 dni po siewie [%] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 12. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 21 dni po siewie [%]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	19,037	19,425	17,725	18,729
	N2	19,125	19,100	18,375	18,867
	średnie	19,081	19,263	18,050	18,798
tradycyjna	N1	15,838	15,063	15,763	15,554
	N2	15,950	16,263	16,188	16,100
	średnie	15,844	15,663	15,975	15,827
średnia	N1	17,438	17,244	16,744	17,142
	N2	17,488	17,681	17,281	17,483
	średnie	17,462	17,463	17,013	17,313
Czynniki: I – 1,046; II – n.i.*; III – n.i.					
Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

cd. tabeli 12

2018					
pasowa	N1**	14,025	16,113	15,625	15,254
	N2	14,375	13,762	14,225	14,121
	średnie	14,200	14,938	14,925	14,688
tradycyjna	N1	6,100	6,025	6,625	6,250
	N2	5,700	6,062	6,788	6,183
	średnie	5,900	6,044	6,706	6,217
średnia	N1	10,063	11,069	11,125	10,752
	N2	10,037	9,912	10,506	10,152
	średnie	10,050	10,491	10,816	10,452
Czynniki: I – 1,345; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	15,621	16,654	15,813	16,029
	N2	15,846	15,592	15,875	15,771
	średnie	15,733	16,123	15,844	15,900
tradycyjna	N1	12,584	12,363	12,642	12,529
	N2	12,296	12,417	12,521	12,411
	średnie	12,440	12,390	12,581	12,470
średnia	N1	14,102	14,508	14,227	14,279
	N2	14,071	14,004	14,198	14,091
	średnie	14,086	14,256	14,213	14,185
Czynniki: I – 0,719; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 21 dni po siewie, była zróżnicowana w całym okresie badań. Najwyższą wartość tej cechy stwierdzono w 2017 roku (17,3%), mniejszą w roku 2019 i najniższą w roku 2018 (odpowiednio 14,8% i 10,4%) (rys. 10).

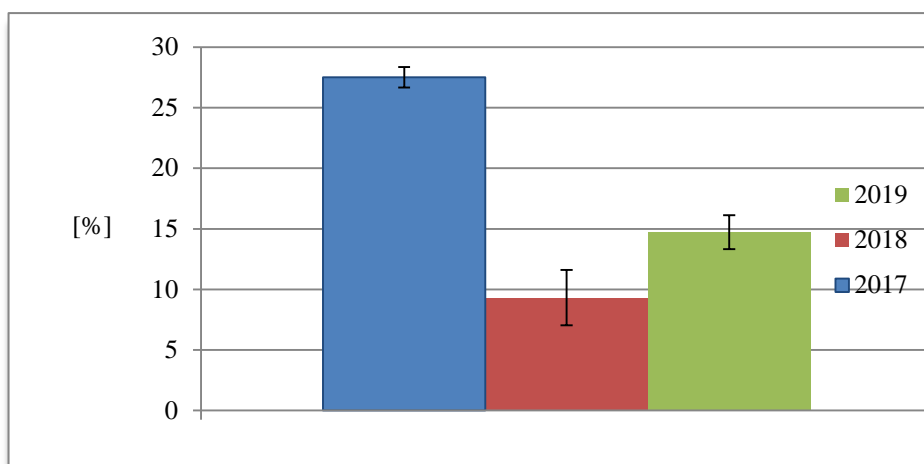
W 2017 roku, wilgotność łoża siewnego była zależna jedynie od technologii uprawy roli (tabela 12). Stwierdzono, że wartość tej cechy była istotnie wyższa po zastosowaniu uprawy pasowej, w porównaniu do tradycyjnej uprawy płużnej. Nie wykazano żadnych istotnych interakcji pomiędzy czynnikami w odniesieniu do tej cechy.

W 2018 roku, wilgotność łoża siewnego była zależna jedynie od sposobu uprawy roli. Podobnie jak w 2017 roku, również i w tym okresie badań, wilgotność łoża siewnego była istotnie wyższa na stanowiskach, gdzie zastosowano uprawę pasową. Istotnie niższe wartości stwierdzono na poletkach

z tradycyjną uprawą płużną. Nie stwierdzono także istotnego współdziałania badanych czynników doświadczenia.

W roku 2019 wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion nie była zależna od żadnego z badanych czynników doświadczenia polowego. Nie wykazano też interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami. Z tego też powodu, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 10).

Analiza statystyczna całego okresu badań od 2017 do 2019 roku, wykazała wpływ tylko pierwszego czynnika doświadczenia w kształtowaniu wilgotności łoża siewnego w terminie 21 dni po siewie. Po zastosowaniu uprawy pasowej, wykazano istotnie wyższe wartości niż po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płużnej. Nie stwierdzono istotnego współdziałania badanych czynników w kształtowaniu omawianej cechy.



Rys. 11. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 28 dni po siewie [%] (wasy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)



Tabela 13. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 28 dni po siewie [%]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	27,338	28,775	25,825	27,313
	N2	28,337	28,250	25,450	27,346
	średnie	27,837	28,512	25,638	27,329
tradycyjna	N1	28,837	28,375	27,413	28,208
	N2	26,712	28,188	26,813	27,238
	średnie	27,775	28,281	27,113	27,723
średnia	N1	28,087	28,575	26,619	27,760
	N2	27,525	28,219	26,131	27,292
	średnie	27,806	28,397	26,375	27,526
Czynniki: I – n.i*; II – n.i.; III – 1,011					
NIR <sub>0,05</sub>	Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 1,041; III w I – 1,429; II w III – n.i.; III w II – n.i.				
2018					
pasowa	N1**	12,638	12,725	12,600	12,654
	N2	10,475	10,038	13,050	11,188
	średnie	11,556	11,381	12,825	11,921
tradycyjna	N1	6,100	6,325	7,250	6,558
	N2	6,650	6,262	7,662	6,858
	średnie	6,375	6,294	7,456	6,708
średnia	N1	9,369	9,525	9,925	9,606
	N2	8,563	8,150	10,356	9,023
	średnie	8,966	8,838	10,141	9,315
Czynniki: I – 3,403; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub>	Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 0,998; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 2,107				
2019					
pasowa	N1**	13,250	12,550	13,462	13,087
	N2	13,300	12,837	13,200	13,112
	średnie	13,275	12,694	13,331	13,100
tradycyjna	N1	16,675	15,988	14,837	15,833
	N2	16,650	17,262	16,613	16,842
	średnie	16,663	16,625	15,725	16,338
średnia	N1	14,962	14,269	14,150	14,460
	N2	14,975	15,050	14,906	14,977
	średnie	14,969	14,659	14,528	14,719
Czynniki: I – 1,673; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub>	Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.				

cd. tabeli 13

Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	17,742	18,017	17,296	17,685
	N2	17,371	17,042	17,233	17,215
	średnie	17,556	17,529	17,264	17,450
tradycyjna	N1	17,204	16,896	16,500	16,867
	N2	16,671	17,237	17,030	16,979
	średnie	16,937	17,067	16,765	16,923
średnia	N1	17,473	17,456	16,898	17,276
	N2	17,021	17,140	17,132	17,097
	średnie	17,247	17,298	17,015	17,187
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 0,497					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 28 dni po siewie znacznie różniła się w kolejnych latach eksperymentu. Najwyższe wartości tej cechy stwierdzono w 2017 roku (27,5%) prawie o połowę niższe w 2019 roku (14,7%) i najniższe w 2018 roku (tylko 9,3%) (rys.11).

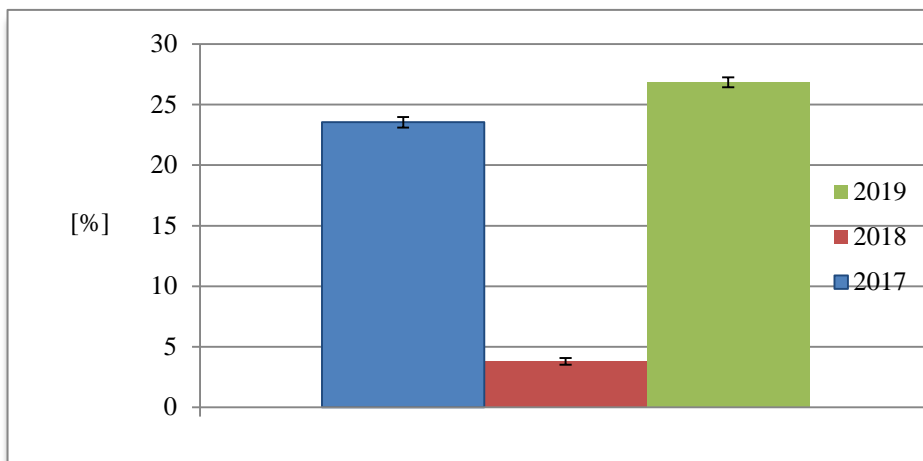
W 2017 roku, wilgotność łoża siewnego była zależna jedynie od międzyplonów ścierniskowych (tabela 13). Stwierdzono, że wartość tej cechy była istotnie wyższa na stanowiskach po międzyplonach z grochu siewnego i wyki siewnej niż w kontroli (bez międzyplonu). Stwierdzono interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonem. Na obiektach z technologią uprawy pasowej opisywana wielkość, była istotnie niższa na poletkach kontrolnych (bez międzyplonu) w porównaniu z poletkami po międzyplonie z grochu siewnego i wyki siewnej. W obiektach z uprawą tradycyjną natomiast nie stwierdzono wpływu międzyplonów na tę cechę.

W roku 2018 wykazano wpływ sposobu uprawy roli na wilgotność łoża siewnego 28 dni po siewie. Uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia wilgotności gleby w strefie kiełkowania nasion w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Stwierdzono interakcję pomiędzy dawką azotu i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową zwiększona dawka nawozu azotowego (N2) spowodowała istotne zmniejszenie wilgotności łoża siewnego natomiast w obiekcie z uprawą tradycyjną, czynnik ten nie wpływał w sposób istotny na kształtowanie wilgotności łoża siewnego.

W 2019 roku wilgotność łoża siewnego była zależna od pierwszego czynnika badawczego. Uprawa pasowa przyczyniła się do istotnego

zmniejszenia wilgotności łoża siewnego, w porównaniu z uprawą tradycyjną. Nie wykazano interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami eksperymentu.

Analiza statystyczna całego okresu badań od 2017 do 2019 roku, nie wykazała wpływu żadnego z trzech czynników badawczych na wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 28 dni po siewie. Stwierdzono jedynie współdziałanie zielonego nawozu z międzyplonu i dawki azotu. Zwiększenie dawki nawozu azotowego na poletkach kontrolnych, spowodowało zwiększenie wilgotności gleby w strefie kiełkowania nasion. Zwiększenie dawki N w obiektach z międzyplonami nie wywarło istotnego wpływu na kształtowanie wilgotności łoża siewnego.



Rys. 12. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 35 dni po siewie [%] (wasy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 14. Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 35 dni po siewie [%]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	24,175	24,250	23,725	24,050
	N2	24,012	24,025	23,988	24,008
	średnie	24,094	24,137	23,856	24,029
tradycyjna	N1	23,012	23,200	23,287	23,167
	N2	22,638	22,775	23,525	22,979
	średnie	22,825	22,988	23,406	23,073
średnia	N1	23,594	23,725	23,506	23,608
	N2	23,325	23,400	23,756	23,494
	średnie	23,459	23,563	23,631	23,551
Czynniki: I – 0,409; II – n.i.*; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,615; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	18,117	18,141	17,950	18,069
	N2	17,787	18,008	18,017	17,937
	średnie	17,952	18,075	17,983	18,003
tradycyjna	N1	18,346	18,717	18,137	18,400
	N2	17,630	17,858	18,067	17,852
	średnie	17,988	18,288	18,102	18,126
średnia	N1	18,231	18,429	18,044	18,235
	N2	17,709	17,933	18,042	17,894
	średnie	17,970	18,181	18,043	18,065
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,204 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,289; II w III – n.i.; III w II – 0,289					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wilgotność łoża siewnego w strefie kiełkowania nasion 35 dni po siewie różniła się znacząco w poszczególnych latach eksperymentu (rys. 12). Najwyższe wartości tej cechy stwierdzono w 2019 roku (26,8%) nieco mniejsze w 2017 roku (23,6%) oraz bardzo niskie w 2018 roku, gdzie wilgotność łoża siewnego wynosiła tylko 3,8%.

W 2017 roku, wilgotność łoża siewnego była zależna jedynie od technologii uprawy roli (tabela 14). Udowodniono, że cecha była istotnie wyższa na stanowiskach, gdzie zastosowano uprawę pasową w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Stwierdzono też interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonem ścierniskowym. Na stanowiskach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, tradycyjna uprawa płuzna, miała wpływ na opisywaną cechę. Uprawa ta przyczyniła się w sposób istotny, do zmniejszenia wilgotności

łoża siewnego. W kontroli (bez międzyplonu) nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu uprawy roli na kształtowanie wilgotności łoża siewnego 35 dni po siewie.

W latach 2018 i 2019 nie stwierdzono wpływu poszczególnych czynników doświadczenia na wilgotność łoża siewnego 35 dni po siewie buraka cukrowego. Nie stwierdzono też istotnych interakcji. Biorąc pod uwagę ten fakt, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 12).

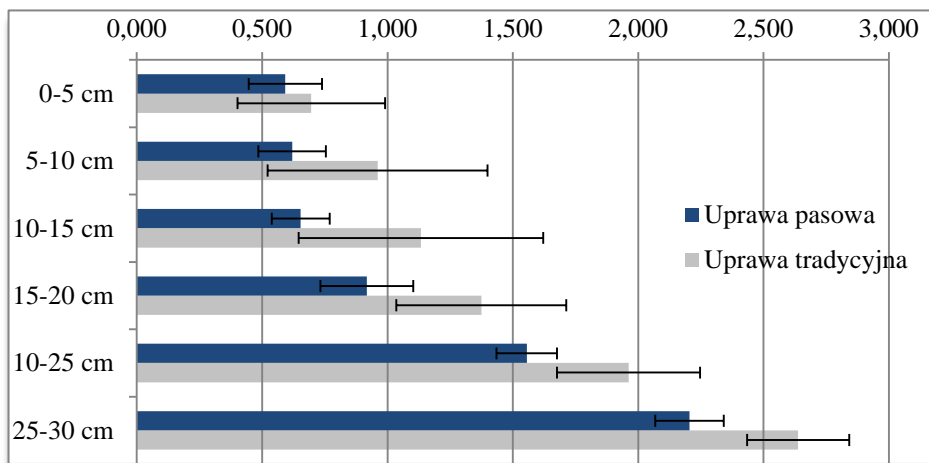
Analiza statystyczna całego okresu badań wykazała, że wilgotność łoża siewnego była zależna od trzeciego czynnika badawczego doświadczenia polowego. Na stanowiskach z zielonym nawozem z wyki siewnej, stwierdzono istotne zwiększenie wilgotności łoża siewnego, w porównaniu do obiektów z grochem siewnym oraz kontroli (bez międzyplonu).

Wykazano interakcję pomiędzy międzyplonem i technologią uprawy roli. Po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płużnej, na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego, stwierdzono istotnie niższe wartości tego parametru niż na poletkach z wyką siewną. Na poletkach z uprawą pasową natomiast, nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu ścierniskowego na tę cechę.

Stwierdzono też współdziałanie zielonego nawozu z międzyplonu i dawki azotu. Na poletkach, na których zastosowano nawożenie azotem w dawce N1, międzyplon ścierniskowy z wyki siewnej przyczynił się do istotnego zwiększenia wilgotności łoża siewnego w porównaniu do kontroli. Na obiektach nawożonych dawką N2 stwierdzono negatywny w porównaniu do kontroli wpływ międzyplonu ścierniskowego z grochu siewnego na wilgotność łoża siewnego.

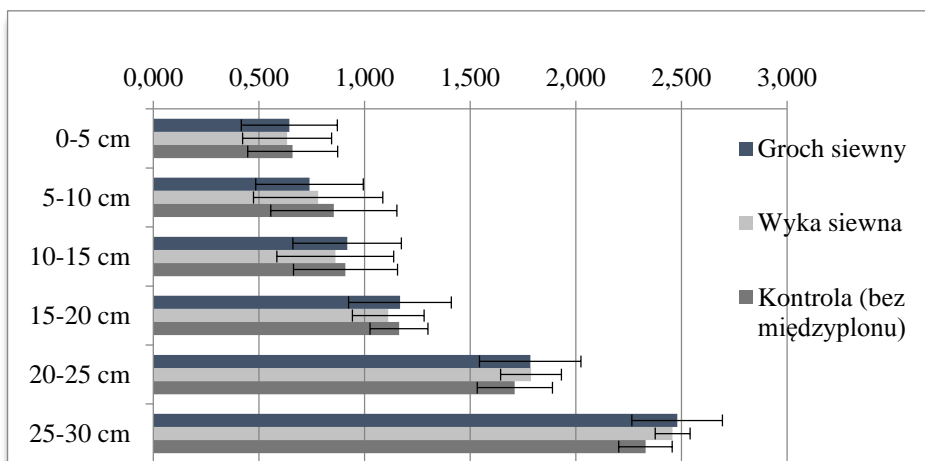
### 5.1.3. Opór penetracji gleby

#### 5.1.3.1. Opór penetracji gleby w rzędach roślin



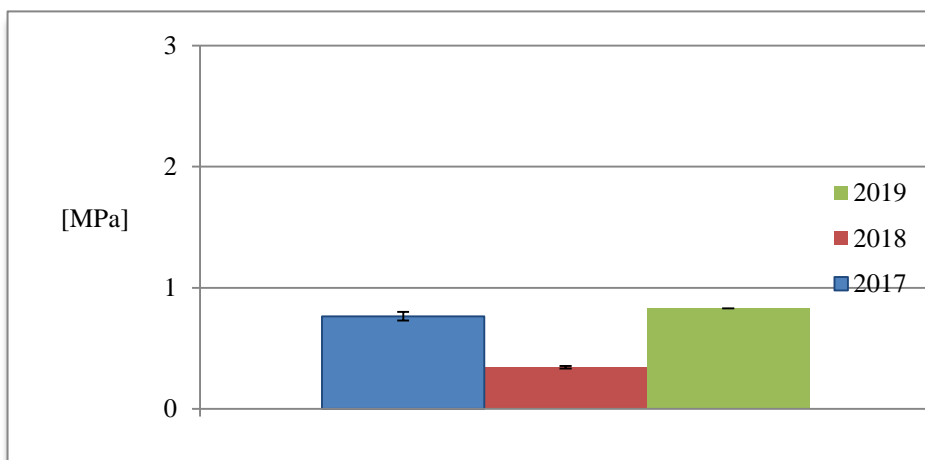
Rys. 13. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego [MPa] w zależności od technologii uprawy roli – średnie z lat 2017-2019 (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

W syntezie wyników z trzech lat badań wykazano, że wraz ze wzrostem głębokości, opór penetracji zwiększał się znacząco (rys. 13). Stwierdzono, że dla obu sposobów uprawy roli było to bardzo istotne zwiększanie oporu penetracji wraz z głębokością. Opór penetracji był zależny od sposobu uprawy roli. Po zastosowaniu technologii uprawy pasowej, gleba charakteryzowała się mniejszym oporem penetracji w rzędach w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuźnej.



Rys. 14. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego [MPa] w zależności od międzyplonu ścierniskowego – średnie z lat 2017-2019 (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Międzyplony ścierniskowe miały mniejszy niż technologia uprawy wpływ na opór penetracji gleby w warstwie ornej (rys. 14). Podane wartości danych zwiększały się wraz ze wzrostem badanej głębokości gleby w rzędach.



Rys. 15. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 0-5 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 15. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 0-5 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	0,578	0,540	0,661	0,593
tradycyjna	0,709	0,725	0,658	0,697
średnie	0,643	0,633	0,659	0,645
NIR <sub>0,05</sub>	Czynniki: I – n.i.*; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,134; III w I – 0,087			

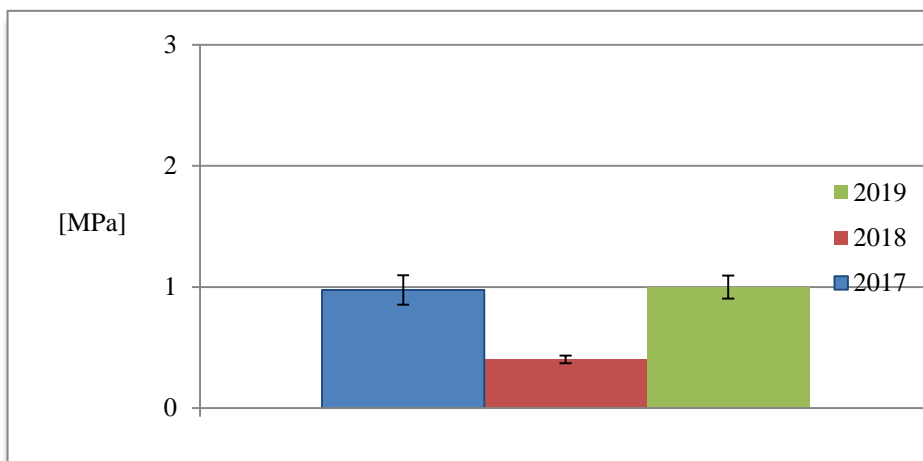
\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Opór penetracji gleby na głębokości 0-5 cm, różnił się w poszczególnych latach eksperymentu polowego (rys. 15). Zbliżone wartości tej cechy stwierdzono w 2017 i 2019 roku oraz ponad połowę mniejsze wartości w 2018 roku.

W 2017, 2018 i 2019 roku nie stwierdzono wpływu technologii uprawy roli i międzyplonów na opór penetracji gleby na głębokości 0-5 cm w rzędach (tabela 15). Nie wykazano ponadto interakcji pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi w terminie 28 dni po siewie buraka cukrowego.

W syntezie wyników z trzech lat badań polowych nie wykazano istotnego wpływu technologii uprawy roli i zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych na zwięzłość gleby. Wykazano jednak interakcję pomiędzy międzyplonami i technologią uprawy roli, w odniesieniu do tej cechy. Na stanowiskach z zielonym nawozem z wyki siewnej, uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zmniejszenia oporu penetracji gleby w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli, a po międzyplonie z grochu siewnego i w kontroli (bez międzyplonu), technologia uprawy roli nie miała wpływu na badany parametr.





Rys. 16. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 5-10 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 16. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 5-10 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	0,56	0,532	0,782	0,625
tradycyjna	1,337	1,152	1,488	1,326
średnie	0,949	0,842	1,135	0,975
Czynniki: I – 0,479; III – n.i.*				
Interakcje: I w III – n.i.; III w I – n.i.				
2018				
pasowa	0,377	0,445	0,540	0,454
tradycyjna	0,385	0,310	0,348	0,347
średnie	0,381	0,377	0,444	0,401
Czynniki: I – 0,098; III – n.i.				
Interakcje: I w III – 0,140; III w I – n.i.				

cd. tabeli 16

2019				
pasowa	0,725	0,813	0,813	0,783
tradycyjna	1,050	1,425	1,163	1,213
Średnie	0,888	1,119	0,988	0,998
Czynniki: I – 0,355; III – 0,220				
Interakcje: I w III – 0,338; III w I – 0,311				
Synteza z lat 2017–2019				
Pasowa	0,554	0,597	0,712	0,621
Tradycyjna	0,924	0,924	1,000	0,962
Średnie	0,739	0,78	0,856	0,791
Czynniki: I – 0,177; III – 0,073				
Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 0,104				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

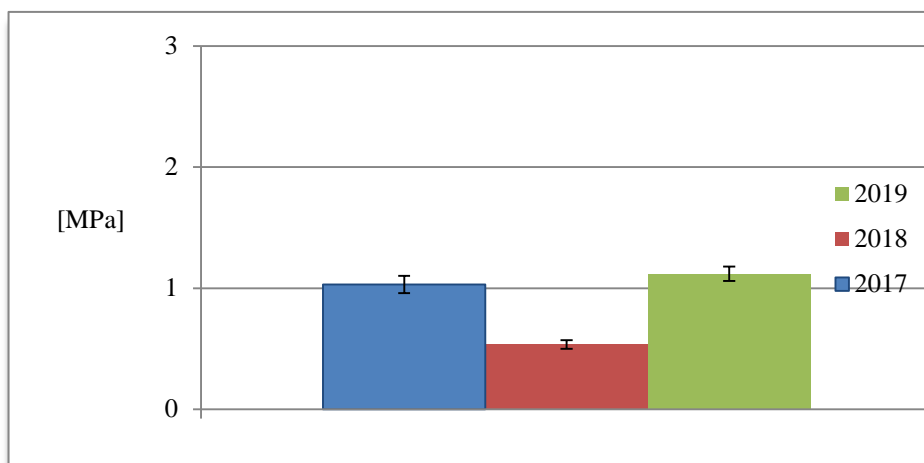
Opór penetracji gleby na głębokości 5-10 cm, różnił się w poszczególnych latach eksperymentu (rys. 16). Najwyższe i jednocześnie bardzo zbliżone wartości tego parametru uzyskano w 2017 i 2019 roku, w którym były one blisko 2-krotnie większe od wartości z 2018 roku.

W 2017 roku stwierdzono wpływ technologii uprawy roli na zwięźłość gleby na głębokości 5-10 cm w rzędach (tabela 16). Technologia uprawy pasowej, przyczyniła się do istotnego zmniejszenia oporu penetracji w stosunku do tradycyjnej uprawy płuznej. Nie wykazano interakcji pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi w odniesieniu do tej cechy.

W 2018 roku wykazano wpływ sposobu uprawy roli na zwięźłość gleby. Technologia uprawy pasowej, przyczyniła się do istotnego zwiększenia tego parametru w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Ponadto wykazano współdziałanie międzyplonów ścierniskowych i technologii uprawy roli. Na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu), uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zwiększenia oporu penetracji gleby w rzędach w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli, a po międzyplonach technologia uprawy roli nie miała istotnego wpływu na kształtowanie tej cechy.

W kolejnym roku stwierdzono wpływ sposobu uprawy roli i międzyplonów na badaną cechę. Uprawa pasowa spowodowała zmniejszenie oporu penetracji gleby w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na stanowiskach z zielonym nawozem z grochu siewnego, opór penetracji warstwy ornej był istotnie niższy w porównaniu z międzyplonami z wyki siewnej. Wykazano współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów. Na stanowiskach z wyką siewną i w kontroli (bez międzyplonu), uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zmniejszenia zwięźłości gleby w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli, a po międzyplonach z grochu siewnego, sposób uprawy roli nie miał istotnego wpływu na tę cechę.

W syntezie wyników z trzech lat badań polowych wykazano istotny wpływ technologii uprawy roli i zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych na zwięzłość gleby. Po zastosowaniu uprawy pasowej, badana cecha była istotnie niższa w stosunku do zastosowanej płuznej uprawy roli. Ponadto na poletkach z międzyplonami, zwięzłość gleby była istotnie niższa niż w kontroli (bez międzyplonu). Wykazano interakcję pomiędzy międzyplonami i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową, na poletkach z grochem siewnym i wyką siewną, stwierdzono istotnie niższe wartości oporu penetracji gleby w porównaniu do kontroli, a w obiektach z uprawą tradycyjną nie stwierdzono wpływu międzyplonu na zwięzłość gleby w rzędach.



Rys. 17. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 10-15 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 17. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 10-15 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	0,490	0,435	0,677	0,534
tradycyjna	1,533	1,470	1,575	1,526
średnie	1,011	0,953	1,126	1,030
Czynniki: I – 0,464; III – n.i.*				
Interakcje: I w III – n.i.; III w I – n.i.				

cd. tabeli 17

2019				
pasowa	0,887	0,688	0,850	0,808
tradycyjna	1,462	1,600	1,225	1,429
średnie	1,175	1,144	1,038	1,119
Czynniki: I – 0,492; III – n.i.				
Interakcje: I w III – 0,452; III w I – 0,368				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	0,658	0,573	0,735	0,655
tradycyjna	1,170	1,149	1,083	1,134
średnie	0,914	0,861	0,909	0,895
Czynniki: I – 0,217; III – n.i.				
Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 0,123				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Opór penetracji w warstwie ornej na głębokości 10-15 cm w rzędach, różnił się w poszczególnych latach eksperymentu. (rys. 17), jednakże bardzo zbliżone wartości tego parametru uzyskano w 2017 i 2019 roku. W 2018 roku natomiast, stwierdzono niskie wartości tej cechy, w porównaniu do dwóch pozostałych lat badań.

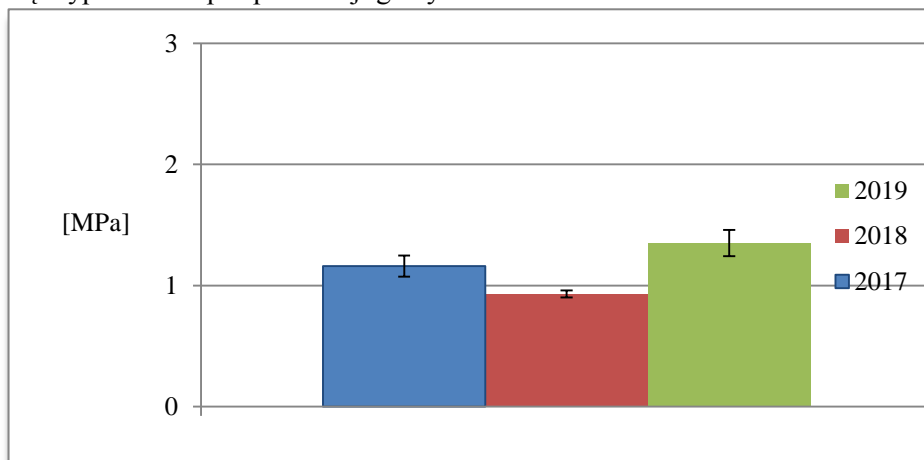
W 2017 roku stwierdzono wpływ technologii uprawy roli na zwięźłość gleby w rzędach, na głębokości 10-15 cm (tabela 17). Po zastosowaniu uprawy pasowej stwierdzono istotne zmniejszenie oporu penetracji gleby w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Nie wykazano interakcji pomiędzy badanymi czynnikami w kształtowaniu tej cechy.

W roku 2018, nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych w kształtowaniu tego parametru. Ponadto nie wykazano interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi.

W 2019 roku wykazano jedynie wpływ sposobu uprawy roli na opór penetracji gleby w rzędach. Technologia uprawy pasowej, przyczyniła się do istotnego zmniejszenia tego parametru w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Wykazano też współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów. Na stanowiskach po międzyplonie z grochu siewnego i wyki siewnej, uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zmniejszenia oporu penetracji gleby w rzędach w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej, natomiast sposób uprawy roli nie miał istotnego wpływu na ten parametr w kontroli.

Synteza wyników z trzech lat badań polowych wykazała istotny wpływ technologii uprawy roli na zwięźłość gleby. Po zastosowaniu uprawy pasowej, badany parametr był istotnie niższy w stosunku do zastosowanej płuznej uprawy roli. Wykazano interakcję pomiędzy międzyplonami i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową, na poletkach z wyką siewną, stwierdzono istotnie niższe wartości zwięźłości gleby w porównaniu

do kontroli. W obiektach z uprawą tradycyjną nie stwierdzono wpływu międzyplonu na opór penetracji gleby.



Rys. 18. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 15-20 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowe)

Tabela 18. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 15-20 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	0,465	0,600	0,958	0,674
tradycyjna	1,732	1,600	1,613	1,648
średnie	1,099	1,100	1,285	1,161
Czynniki: I – 0,658; III – n.i.* Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 0,489				
2019				
pasowa	1,400	0,788	1,175	1,121
tradycyjna	1,587	1,862	1,288	1,579
średnie	1,494	1,325	1,231	1,35
Czynniki: I – 0,419; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,478; III w I – 0,579				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	0,931	0,76	1,068	0,920
tradycyjna	1,404	1,463	1,259	1,375
średnie	1,167	1,112	1,163	1,147
Czynniki: I – 0,323; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,315; III w I – 0,194				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

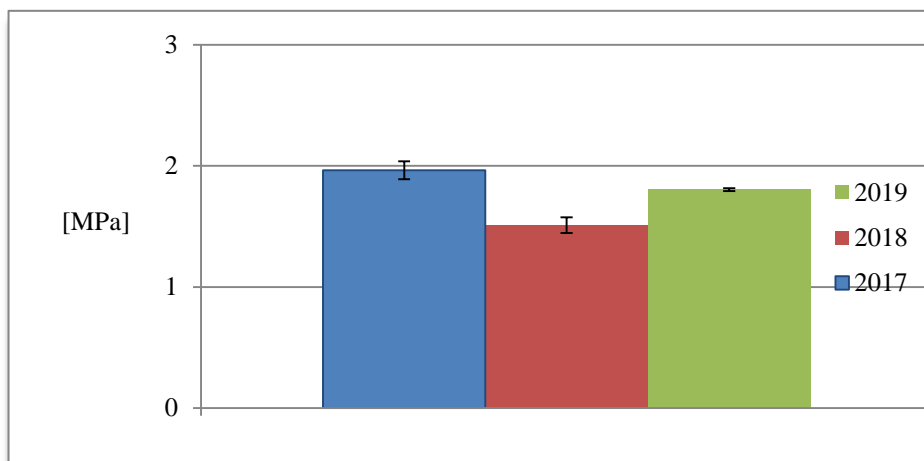
Opór penetracji gleby w rzędach na głębokości 15-20 cm, kształtował się inaczej niż na mniejszych głębokościach w poszczególnych latach badań (rys.18).

W pierwszym roku badań stwierdzono wpływ technologii uprawy roli na opór penetracji gleby na głębokości 15-20 cm (tabela 18). Po zastosowaniu uprawy pasowej, stwierdzono istotne zmniejszenie zwięzłości gleby w rzędach w stosunku do uprawy tradycyjnej. Wykazano interakcję pomiędzy zielonym nawozem z międzyplonów i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową, na poletkach z grochem siewnym, stwierdzono istotnie niższy opór penetracji gleby w porównaniu z kontrolą (bez międzyplonu), natomiast w obiektach z uprawą tradycyjną nie stwierdzono wpływu międzyplonu na zwięzłość gleby.

W 2018 roku, nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych na kształtowanie omawianego parametru. Nie wykazano także interakcji pomiędzy czynnikami.

W 2019 roku sposób uprawy roli miał wpływ na opór penetracji gleby w rzędach roślin, w warstwie o głębokości 15-20 cm. Po zastosowaniu uprawy pasowej, badana cecha była istotnie mniejsza niż po zastosowaniu uprawy tradycyjnej. Nie wykazano natomiast istotnego wpływu międzyplonów na tę cechę. Stwierdzono współdziałanie czynników doświadczenia. Na poletkach z wyką siewną, stwierdzono istotnie niższe wartości oporu penetracji po zastosowaniu uprawy pasowej niż w obiektach z uprawą tradycyjną, natomiast po międzyplonie z grochu siewnego i w kontroli (bez międzyplonu), technologia uprawy roli nie wpływała istotnie na tę cechę.

Synteza wyników z całego okresu badań polowych potwierdziła istotny wpływ technologii uprawy roli na zwięzłość gleby. Po zastosowaniu uprawy pasowej, badana cecha była istotnie niższa w porównaniu do zastosowanej płuznej uprawy roli. Wykazano ponadto interakcję pomiędzy czynnikami badawczymi. W obiektach z uprawą pasową, na poletkach z wyką siewną stwierdzono istotnie niższe wartości oporu penetracji gleby w porównaniu z obiektami z grochem siewnym i kontrolą. Natomiast po zastosowaniu uprawy tradycyjnej na poletkach kontrolnych (bez międzyplonu), stwierdzono istotnie niższe wartości badanej wielkości w stosunku do poletek z wyką siewną. Ponadto na poletkach z grochem siewnym oraz z wyką siewną, po zastosowaniu uprawy pasowej, badany parametr był istotnie niższy niż w obiektach z uprawą tradycyjną, a w kontroli (bez międzyplonu) technologia uprawy roli nie wpływała istotnie na tę wielkość.



Rys. 19. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 20-25 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 19. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 20-25 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	1,800	1,588	1,422	1,603
tradycyjna	2,325	2,313	2,337	2,325
średnie	2,063	1,950	1,880	1,964
Czynniki: I – 0,501; III – n.i.* Interakcje: I w III – 0,608; III w I – n.i.				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	1,700	1,433	1,537	1,557
tradycyjna	1,868	2,143	1,878	1,963
średnie	1,784	1,788	1,708	1,76
Czynniki: I – 0,295; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,339; III w I – 0,298				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

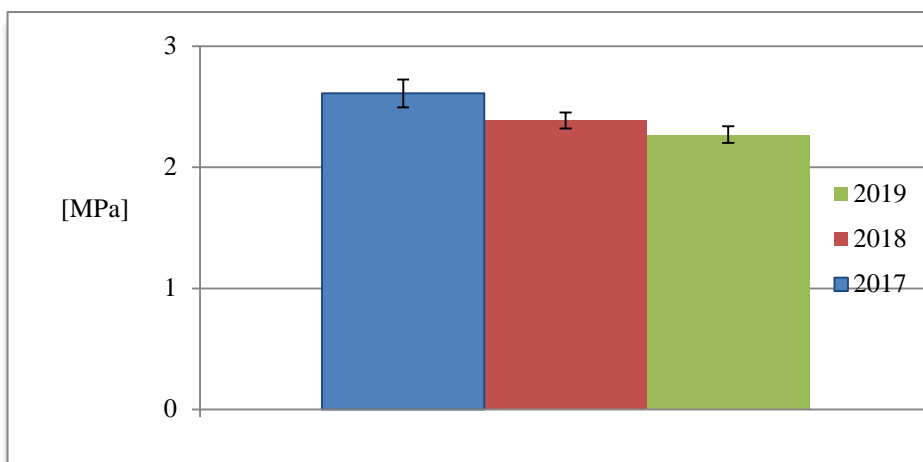
Opór penetracji gleby w warstwie 20-25 cm był najwyższy w 2017 roku, a najniższe wartości tej cechy stwierdzono w 2018 roku (rys. 19).

Wpływ sposobu uprawy roli na opór penetracji gleby w rzędach roślin, na głębokości 20-25 cm stwierdzono jedynie w 2017 roku (tabela 19). Uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zmniejszenia oporu penetracji

w porównaniu do tradycyjnej technologii uprawy. Wykazano interakcję między sposobem uprawy roli i międzyplonami. Na obiektach z międzyplonem z wyki siewnej i w kontroli, badany parametr był istotnie niższy po zastosowaniu uprawy pasowej w stosunku do uprawy tradycyjnej. Na obiektach z grochem siewnym, sposób uprawy roli nie miał wpływu na zwięzłość gleby w rzędach.

W kolejnych dwóch latach badań, nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli i międzyplonów w kształtowaniu badanej cechy. Nie wykazano również interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia. Z tego powodu, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 19).

Synteza wyników z trzech lat badań polowych potwierdziła istotny wpływ technologii uprawy roli na opór penetracji w rzędach. Po zastosowaniu uprawy pasowej, opór penetracji w warstwie 20-25 cm był istotnie niższy w stosunku do płużnej uprawy roli. Wykazano interakcję pomiędzy międzyplonami i sposobem uprawy roli. Na poletkach z wyką siewną i w kontroli, stwierdzono istotnie niższe wartości oporu penetracji gleby po zastosowaniu uprawy pasowej niż w obiektach z uprawą tradycyjną, natomiast po międzyplonie z grochu siewnego technologia uprawy nie wpływała istotnie na tę cechę.



Rys. 20. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 25-30 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)



Tabela 20. Opór penetracji gleby w rzędach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 25-30 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2018				
pasowa	2,048	2,123	1,990	2,053
tradycyjna	2,783	2,775	2,603	2,720
średnie	2,415	2,449	2,296	2,387
Czynniki: I – 0,270; III – n.i.* Interakcje: I w III – n.i.; III w I – n.i.				
NIR <sub>0,05</sub> Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	2,241	2,227	2,152	2,207
tradycyjna	2,719	2,690	2,508	2,639
średnie	2,480	2,458	2,330	2,423
Czynniki: I – 0,373; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,390; III w I – n.i.				
NIR <sub>0,05</sub>				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

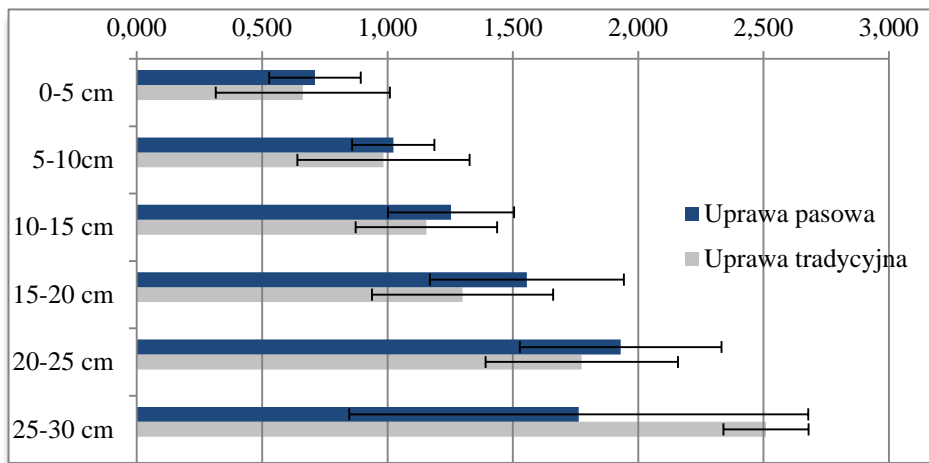
Opór penetracji gleby w rzędach na głębokości 25-30 cm kształtował się na podobnym poziomie w poszczególnych latach badań (rys. 20).

W pierwszym i trzecim roku badań zwięzłość gleby na głębokości 25-30 cm w rzędach, nie była zależna od czynników doświadczenia. Nie stwierdzono też istotnych interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi w kształtowaniu tej cechy.

W 2018 roku jedynie technologia uprawy roli miała istotny wpływ na opór penetracji gleby w rzędach (tabela 20). Uprawa pasowa przyczyniła się do istotnego zmniejszenia oporu penetracji w rzędach w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Nie stwierdzono współdziałania czynników doświadczenia w odniesieniu do tej cechy.

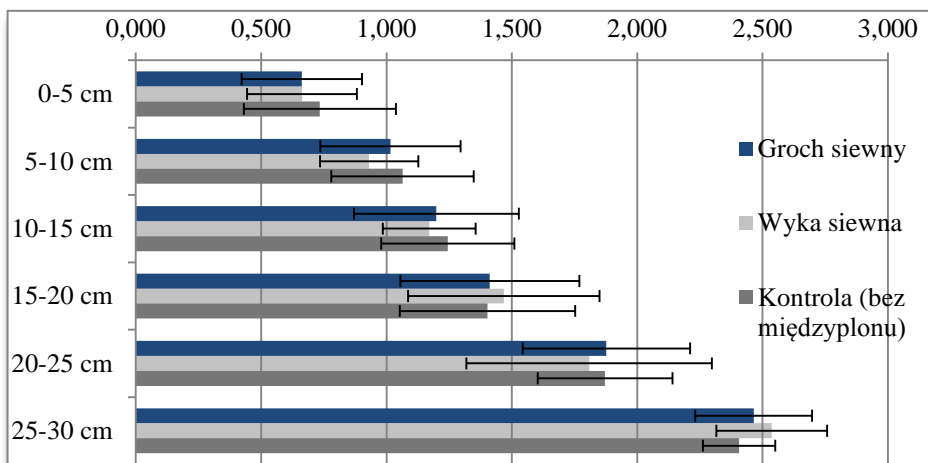
Synteza wyników z trzech lat badań polowych potwierdziła istotny wpływ technologii uprawy roli na zwięzłość gleby w rzędach roślin. Po zastosowaniu uprawy pasowej, opór penetracji gleby w warstwie 25-30 cm, był istotnie niższy w stosunku do zastosowanej uprawy tradycyjnej. Stwierdzono interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i międzyplonem. W obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, stwierdzono istotnie niższe wartości oporu penetracji gleby w obiektach z uprawą pasową w porównaniu z uprawą tradycyjną, natomiast w kontroli (bez międzyplonu), technologia uprawy roli nie miała istotnego wpływu na badany parametr.

### 5.1.3.2. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin



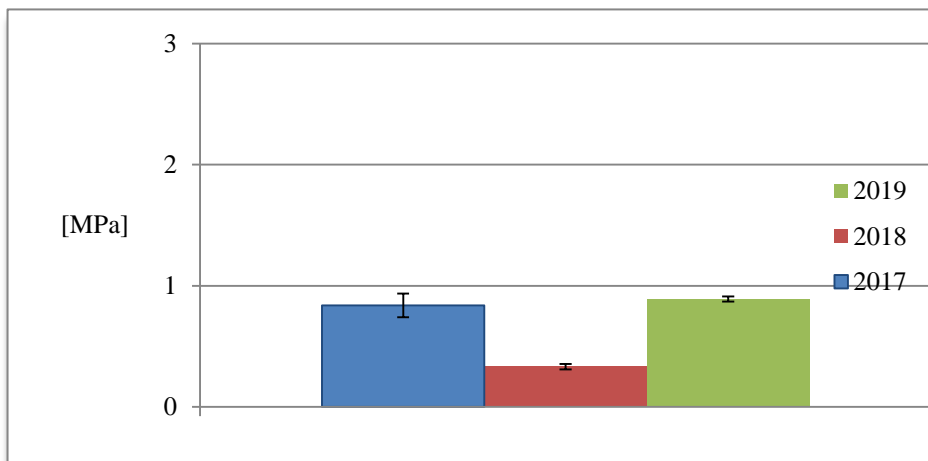
Rys. 21. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego [MPa] w zależności od technologii uprawy roli – średnie z lat 2017-2019 (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

W syntezie wyników z trzech lat badań stwierdzono, że wraz ze wzrostem głębokości, opór penetracji gleby w międzyrzędziach zwiększał się znacząco (rys. 21). Wykazano ponadto, że dla obu sposobów uprawy roli było to bardzo istotne zwiększanie oporu penetracji wraz z głębokością. Zwięzłość gleby była zależna od sposobu uprawy roli. W warstwach do głębokości 25 cm, gleba po zastosowaniu uprawy pasowej, charakteryzowała się istotnie większym oporem penetracji w międzyrzędziach w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Jakkolwiek w warstwie na głębokości od 25 do 30 cm gleba uprawiana tradycyjnie, cechowała się wyższym oporem penetracji w porównaniu do uprawy pasowej.



Rys. 22. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego [MPa] w zależności od międzyplonu ścierniskowego – średnie z lat 2017-2019 (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Międzyplony ścierniskowe miały mniejszy niż technologia uprawy wpływ na opór penetracji gleby w warstwie ornej (rys. 22). Podane wartości danych zwiększały się wraz ze wzrostem badanej głębokości gleby.



Rys. 23. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 0-5 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 21. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 0-5 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	0,583	0,763	0,790	0,712
tradycyjna	0,988	0,745	1,163	0,965
średnie	0,785	0,754	0,976	0,838
Czynniki: I – n.i.*; III – n.i. Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 0,384				
2018				
pasowa	0,490	0,520	0,450	0,487
tradycyjna	0,163	0,203	0,163	0,176
średnie	0,326	0,361	0,306	0,331
Czynniki: I – 0,053; III – n.i. Interakcje: I w III – n.i.; III w I – n.i.				

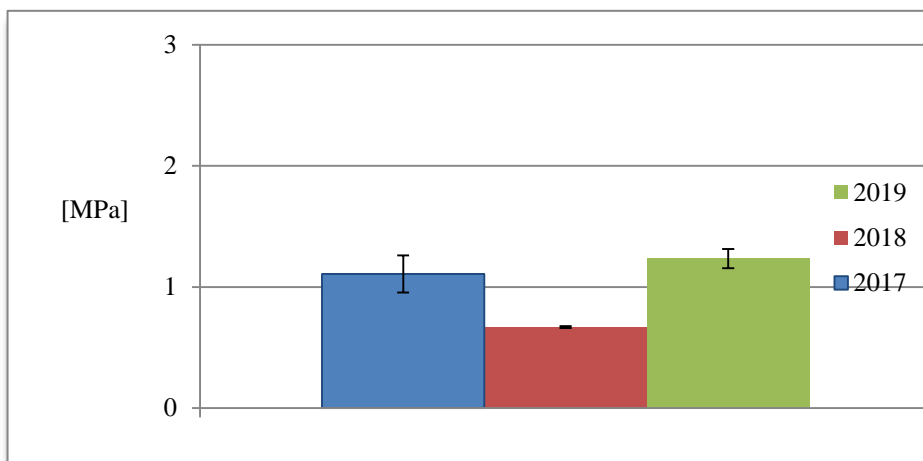
\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Opór penetracji gleby w międzyrzędziach buraka cukrowego, na głębokości 0-5 cm różnił się w poszczególnych latach eksperymentu polowego (rys. 23). Zbliżone wartości tej cechy stwierdzono w 2017 i 2019 roku oraz o ponad połowę mniejsze wartości w 2018 roku.

W 2017 roku nie stwierdzono wpływu technologii uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych na opór penetracji gleby na badanej głębokości w międzyrzędziach (tabela 21). Stwierdzono natomiast interakcję pomiędzy międzyplonami i technologią uprawy roli. Na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego, uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zmniejszenia oporu penetracji gleby w porównaniu do tradycyjnej uprawy roli. Natomiast po międzyplonie z wyki siewnej i w kontroli (bez międzyplonu), technologia uprawy roli nie miała wpływu na badaną wielkość.

W 2018 roku stwierdzono jedynie wpływ technologii uprawy roli na opór penetracji gleby na głębokości 0-5 cm w międzyrzędziach (tabela 21). Technologia uprawy pasowej, przyczyniła się do istotnego zwiększenia oporu penetracji w stosunku do tradycyjnej uprawy płuznej. Nie wykazano interakcji pomiędzy badanymi czynnikami w odniesieniu do tej cechy.

W 2019 roku oraz w syntezie wyników z trzech lat badań polowych nie wykazano istotnego wpływu technologii uprawy roli i zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych na zwięzłość gleby. Nie wykazano ponadto interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi.



Rys. 24. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 5-10 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 22. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 5-10 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	0,825	0,933	1,225	0,994
tradycyjna	1,262	0,987	1,413	1,221
średnie	1,044	0,960	1,319	1,107
Czynniki: I – n.i.*; III – 0,330 Interakcje: I w III – 0,425; III w I – n.i.				
2018				
pasowa	0,792	0,860	0,860	0,838
tradycyjna	0,527	0,495	0,475	0,499
średnie	0,660	0,677	0,668	0,668
Czynniki: I – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,320; III w I – n.i.				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	1,006	0,944	1,120	1,023
tradycyjna	1,026	0,919	1,008	0,984
średnie	1,016	0,931	1,064	1,004
Czynniki: I – n.i.; III – 0,110 Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 0,156				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

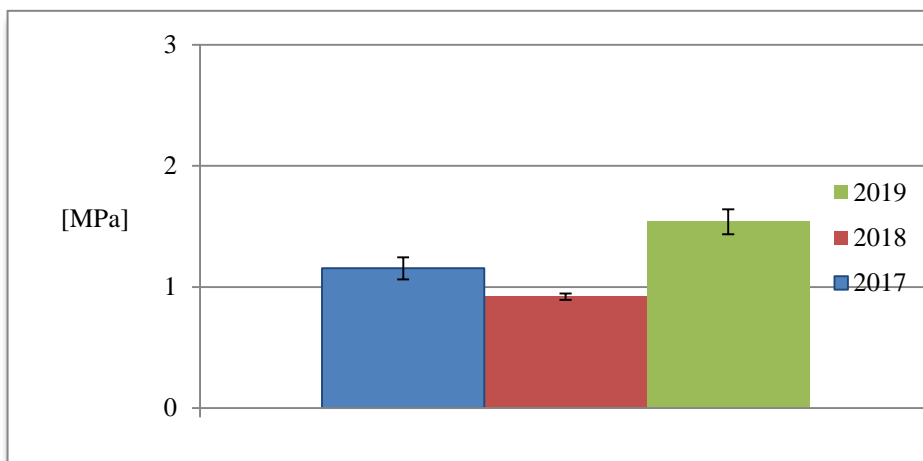
Opór penetracji gleby na głębokości 5-10 cm, różnił się w poszczególnych latach eksperymentu (rys. 24). Najwyższe wartości tego parametru uzyskano w 2017 i 2019 roku, a najniższe w drugim cyklu badań.

W 2017 roku stwierdzono wpływ międzyplonu ścierniskowego na zwięzłość gleby na głębokości 5-10 cm w międzyrzędziach (tabela 22). Na stanowiskach z zielonym nawozem z wyki siewnej, opór penetracji tej warstwy był istotnie niższy w porównaniu z kontrolą (bez międzyplonu). Stwierdzono interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i międzyplonami. Na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego badana wielkość była istotnie niższa po zastosowaniu technologii uprawy pasowej w stosunku do uprawy tradycyjnej. Na obiektach z wyką siewną i w kontroli (bez międzyplonu), sposób uprawy roli nie miał wpływu na opór penetracji gleby w międzyrzędziach.

W 2018 roku nie wykazano wpływu żadnego z czynników na zwięzłość gleby. Stwierdzono jednak interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i międzyplonami. Na obiektach z międzyplonem z wyki siewnej i w kontroli, badany parametr był istotnie wyższy po zastosowaniu uprawy pasowej w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na stanowiskach z grochem siewnym, sposób uprawy roli nie miał wpływu na opór penetracji gleby na głębokości 5-10 cm.

W 2019 roku nie stwierdzono wpływu badanych czynników doświadczenia na opór penetracji gleby w międzyrzędziach w warstwie 5-10 cm. Nie stwierdzono również interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi w odniesieniu do tej cechy.

W syntezie wyników z trzech lat badań polowych wykazano istotny wpływ zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych na zwięzłość gleby. Na poletkach z międzyplonem z wyki siewnej, zwięzłość gleby była istotnie niższa niż w kontroli (bez międzyplonu). Wykazano interakcję pomiędzy międzyplonami i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową, na poletkach z wyką siewną, stwierdzono istotnie niższe wartości zwięzłości gleby w porównaniu do kontroli (bez międzyplonu), a w obiektach z uprawą tradycyjną nie stwierdzono wpływu międzyplonu na zwięzłość gleby w międzyrzędziach, na głębokości 5-10 cm.



Rys. 25. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 10-15 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 23. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 10-15 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	0,875	1,134	1,288	1,100
tradycyjna	1,215	1,163	1,250	1,209
średnie	1,045	1,150	1,269	1,155
Czynniki: I – n.i.*; III – n.i. Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 0,400				
2018				
pasowa	1,002	1,050	1,107	1,053
tradycyjna	0,790	0,860	0,708	0,786
średnie	0,896	0,955	0,907	0,920
Czynniki: I – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,312; III w I – n.i.				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	1,230	1,167	1,356	1,254
tradycyjna	1,168	1,174	1,124	1,155
średnie	1,199	1,171	1,244	1,205
Czynniki: I – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 0,134				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Opór penetracji w warstwie ornej na głębokości 10-15 cm w międzyrzędziach, różnił się w poszczególnych latach eksperymentu. (rys. 25). Najwyższe wartości tej cechy stwierdzono w 2019 roku, a najniższe w 2018 roku.

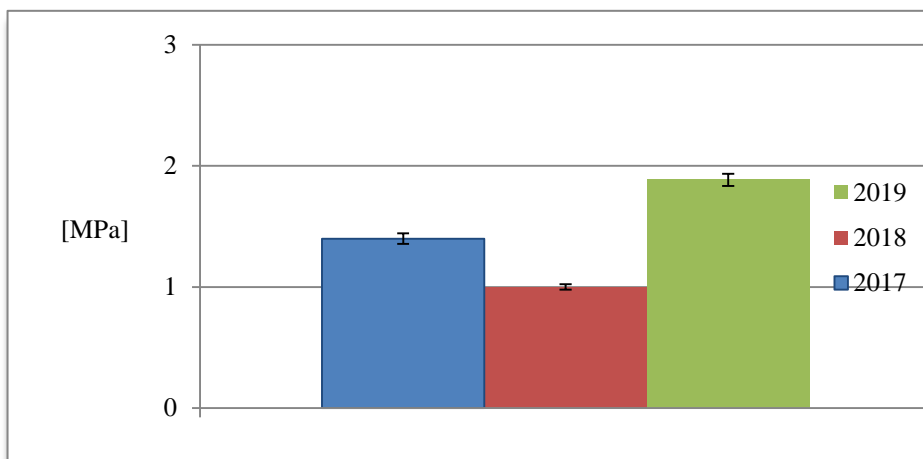
W 2017 roku nie stwierdzono wpływu technologii uprawy roli i międzyplonów na zwięzłość gleby w międzyrzędziach (tabela 23). Wykazano interakcję pomiędzy międzyplonem i technologią uprawy roli w kształtowaniu tej cechy. W obiektach z uprawą pasową, na poletkach z grochem siewnym, stwierdzono istotnie niższe wartości zwięzłości gleby w porównaniu do kontroli (bez międzyplonu), a w obiektach z uprawą tradycyjną nie stwierdzono wpływu międzyplonu na zwięzłość gleby.

W 2018 roku, nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych w kształtowaniu zwięzłości gleby. Wykazano jedynie interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na stanowiskach kontrolnych, uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zwiększenia oporu penetracji gleby w międzyrzędziach w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuźnej, natomiast na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, sposób uprawy roli nie miał wpływu na ten parametr.

W 2019 roku nie wykazano wpływu czynników badawczych na badaną cechę. Ponadto nie wykazano interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi.

Synteza nie wykazała istotnego wpływu technologii uprawy roli oraz międzyplonów na zwięzłość gleby. Wykazano tylko interakcję pomiędzy międzyplonami ścierniskowymi i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową, na poletkach z wyką siewną, stwierdzono istotnie niższe wartości zwięzłości gleby w porównaniu do kontroli (bez międzyplonu). Na stanowiskach z uprawą tradycyjną natomiast nie stwierdzono wpływu międzyplonu na opór penetracji gleby.





Rys. 26. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 15-20 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 24. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 15-20 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2018				
pasowa	1,167	1,157	1,232	1,186
tradycyjna	0,865	0,873	0,703	0,813
średnie	1,016	1,015	0,968	1,00
Czynniki: I – 0,231; III – n.i.* Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 0,400				
2019				
pasowa	2,100	2,058	2,112	2,090
tradycyjna	1,663	1,837	1,538	1,679
średnie	1,881	1,948	1,825	1,885
Czynniki: I – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,551; III w I – n.i.				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	1,472	1,558	1,638	1,556
tradycyjna	1,352	1,378	1,168	1,299
średnie	1,412	1,468	1,403	1,428
Czynniki: I – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,273; III w I – 0,199				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Opór penetracji gleby w międzyrzędziach na głębokości 15-20 cm, był najwyższy w 2019 roku, a najniższy w 2018 roku (rys. 26).

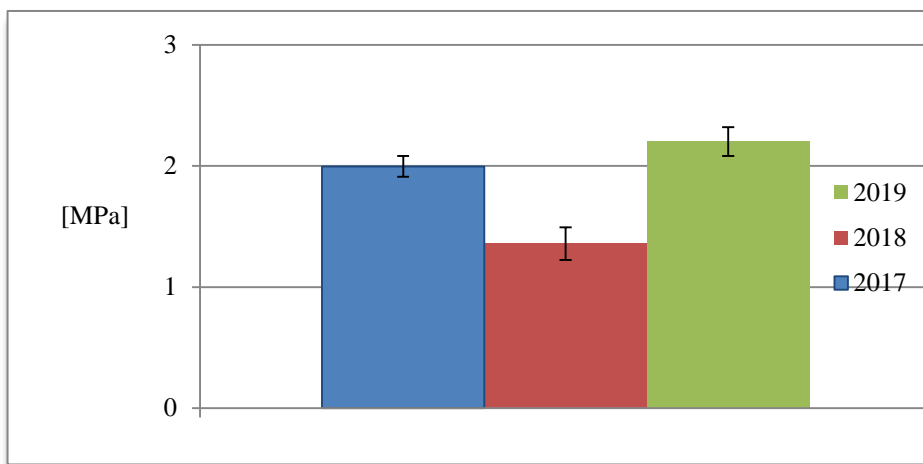
W 2017 roku nie stwierdzono wpływu badanych czynników i interakcji pomiędzy nimi w odniesieniu do tej cechy.

W 2018 roku stwierdzono wpływ sposobu uprawy roli na badany parametr (tabela 24). Po zastosowaniu uprawy pasowej, stwierdzono istotne zwiększenie zwięzłości gleby w warstwie ornej 15-20 cm, w międzyrzędziach w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Nie wykazano istotnych interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi.

W 2019 roku, nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych na kształtowanie zwięzłości gleby w warstwie o głębokości 15-20 cm. Wykazano jedynie interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi.

Na poletkach kontrolnych (bez międzyplonu) uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zwiększenia oporu penetracji gleby w międzyrzędziach w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuźnej. Na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, sposób uprawy roli nie miał wpływu na opór penetracji gleby.

Synteza wyników z całego okresu badań polowych nie wykazała istotnego wpływu badanych czynników na zwięzłość gleby. Na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu), uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia oporu penetracji gleby w międzyrzędziach w porównaniu do uprawy tradycyjnej, natomiast na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, sposób uprawy nie miał istotnego wpływu na tę cechę.



Rys. 27. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 20-25 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 25. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 20-25 cm[MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2018				
pasowa	1,533	1,370	1,502	1,475
tradycyjna	1,260	0,983	1,485	1,243
średnie	1,406	1,176	1,494	1,359
Czynniki: I – 0,040; III – n.i.* Interakcje: I w III – n.i.; III w I – n.i.				
2019				
pasowa	2,513	2,450	2,400	2,454
tradycyjna	1,762	2,288	1,800	1,950
średnie	2,138	2,369	2,100	2,202
Czynniki: I – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,701; III w I – n.i.				

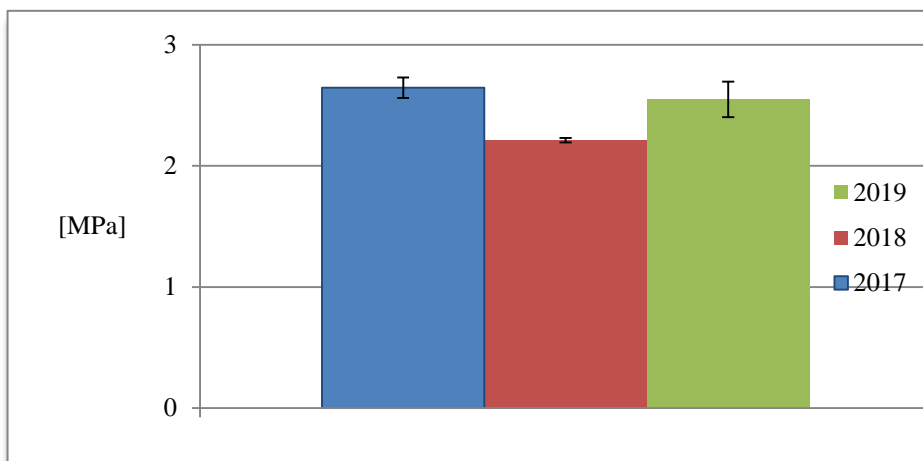
\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Opór penetracji gleby w warstwie 20-25 cm był najwyższy w 2019 roku, a najniższe wartości tej cechy stwierdzono w 2018 roku (rys. 27).

W 2017 roku i w syntezie z trzech lat badań, nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli i międzyplonów w kształtowaniu zwięzłości gleby. Nie wykazano również interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia. Dlatego też przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 27).

W 2018 roku stwierdzono jedynie wpływ technologii uprawy na opór penetracji gleby na badanej głębokości. Uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia oporu penetracji gleby w międzyrzędziach w porównaniu do tradycyjnej uprawy orkowej. Nie wykazano interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia.

W 2019 roku nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych na kształtowanie badanej cechy. Wykazano jednak interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami. Na poletkach z grochem siewnym uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny, do zwiększenia oporu penetracji gleby w międzyrzędziach w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Na obiektach po zielonym nawozie z wyki siewnej i w kontroli (bez międzyplonu), technologia uprawy roli nie miała wpływu na opór penetracji gleby w warstwie 20-25 cm.



Rys. 28. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach roślin po wschodach buraka cukrowego – głębokość 25-30 cm [MPa] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 26. Opór penetracji gleby w międzyrzędziach po wschodach buraka cukrowego – głębokość 25-30 cm [MPa]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2018				
pasowa	1,965	2,055	1,907	1,976
tradycyjna	2,417	2,415	2,518	2,450
średnie	2,191	2,235	2,212	2,213
NIR <sub>0,05</sub>	Czynniki: I – n.i.*; III – n.i. Interakcje: I w III – 0,520; III w I – n.i.			

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Opór penetracji gleby w międzyrzędziach na głębokości 25-30 cm, utrzymywał się był na zbliżonym poziomie w poszczególnych latach pomiaru. (rys. 28). Jakkolwiek w 2018 roku wynik był zdecydowanie niższy niż w 2017 i 2019 roku.

W pierwszym i trzecim roku badań, jak również w syntezie wyników za lata 2017-2019, opór penetracji na głębokości 25-30 cm w międzyrzędziach, nie był zależny od czynników doświadczenia. Nie wykazano również istotnych interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi w odniesieniu do tej cechy.

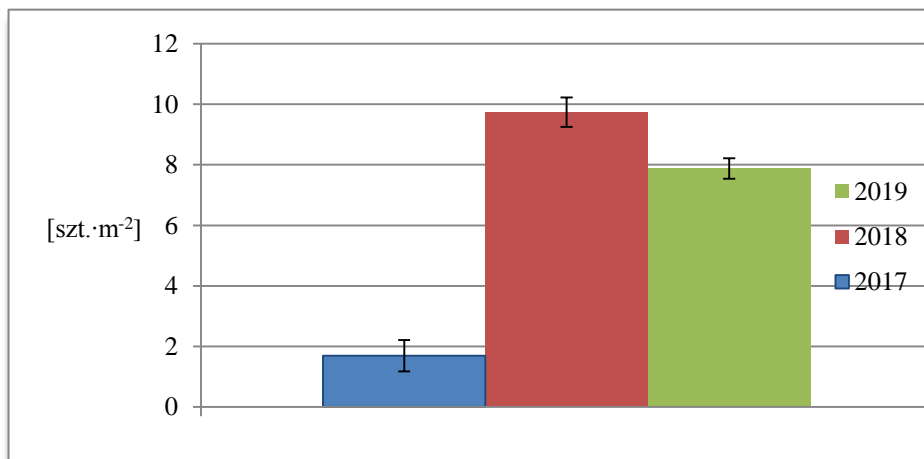
W 2018 roku technologia uprawy roli i międzyplony ścierniskowe nie miały istotnego wpływu na opór penetracji gleby w międzyrzędziach (tabela 26). Stwierdzono jedynie interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i zielonym

nawozem z międzyplonów. Na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu) uzyskano istotnie niższe wartości tego parametru w obiektach z uprawą pasową w porównaniu z uprawą tradycyjną, natomiast na poletkach po grochu siewnym i wyce siewnej, technologia uprawy roli nie miała istotnego wpływu na tę cechę.

## 5.2. OBSADA ROŚLIN BURAKA CUKROWEGO PO WSCODACH

Na ogół rośliny buraka cukrowego potrzebowały średnio od 12 do 19 dni do osiągnięcia fazy wschodów. Tylko w 2018 roku, stwierdzono wschody roślin w pierwszym terminie pomiaru - 14 dni po siewie. Średnia obsada roślin buraka cukrowego w tym terminie wyniosła  $8,14 \text{ szt.}\cdot\text{m}^{-2}$ . Z uwagi na brak wpływu poszczególnych czynników doświadczenia na tę cechę oraz brak wschodów roślin buraka 14 dni po siewie w pozostałych latach badań, wyników tych nie przedstawiono w odniesieniu do poszczególnych obiektów.

Różnice pomiędzy średnią obsadą roślin buraka cukrowego w terminie 21 dni po siewie, w poszczególnych latach doświadczenia polowego, przedstawia rysunek 29. Najwyższą wartość badanego parametru stwierdzono w 2018 roku, najniższą natomiast w pierwszym roku.



Rys. 29. Obsada roślin 21 dni po siewie [szt·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 27. Obsada roślin 21 dni po siewie [szt·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	1,7500	1,750	1,750	1,750
	N2	3,5000	3,125	0,875	2,500
	średnie	2,625	2,438	1,313	2,125
tradycyjna	N1	1,125	0,875	1,875	1,292
	N2	1,250	0,875	1,500	1,208
	średnie	1,188	0,875	1,688	1,250
średnia	N1	1,438	1,313	1,813	1,521
	N2	2,375	2,000	1,188	1,854
	średnie	1,906	1,656	1,500	1,688
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 0,634; I w III – n.i.; III w I – 1,193; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	9,375	9,500	9,875	9,583
	N2	8,750	8,500	9,125	8,792
	średnie	9,063	9,000	9,500	9,188
tradycyjna	N1	10,000	10,375	10,250	10,208
	N2	10,500	10,375	10,250	10,375
	średnie	10,250	10,375	10,250	10,292
średnia	N1	9,688	9,938	10,063	9,896
	N2	9,625	9,438	9,688	9,583
	średnie	9,656	9,688	9,875	9,740
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 1,212; II w I – n.i.; I w III – 1,224; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	6,250	6,125	6,250	6,208
	N2	6,667	6,542	6,000	6,403
	średnie	6,458	6,333	6,125	6,306
tradycyjna	N1	6,417	6,458	7,042	6,639
	N2	6,500	6,208	6,750	6,486
	średnie	6,458	6,333	6,896	6,563
średnia	N1	6,333	6,292	6,646	6,424
	N2	5,583	6,375	6,375	6,444
	średnie	6,458	6,333	6,510	6,434
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,731.; III w I – 0,414; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

W 2017 roku, obsada roślin buraka cukrowego, w terminie 21 dni po siewie nie była zależna od badanych czynników doświadczenia, jakkolwiek stwierdzono współdziałanie międzyplonu i technologii uprawy roli w kształtowaniu tej cechy (tabela 27). Obsada roślin w obiektach z uprawą pasową, na poletkach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, była istotnie wyższa niż w kontroli. Na poletkach z uprawą tradycyjną, międzyplon nie miał wpływu na obsadę roślin. Wykazano także interakcję pomiędzy dawką azotu i technologią uprawy roli. W obiektach z zastosowaniem uprawy pasowej, zmniejszona dawka nawozu azotowego N1, spowodowała istotne zmniejszenie obsady roślin buraka cukrowego. Na poletkach z uprawą tradycyjną, dawka azotu, nie miała istotnego wpływu na omawiana cechę.

Obsada roślin 21 dni po siewie w 2018 roku, nie była modyfikowana przez żaden z czynników doświadczenia. Wykazano jednak istotną interakcję pomiędzy technologią uprawy roli, a dawką azotu. W warunkach nawożenia buraka cukrowego w dawce N1, sposób uprawy roli nie wpływał istotnie na obsadę. Natomiast w warunkach nawożenia buraka cukrowego w dawce N2, sposób uprawy pasowej, spowodował istotne zmniejszenie obsady roślin buraka cukrowego w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Udowodniono również interakcję między technologią uprawy roli a międzyplonem, w odniesieniu do tej cechy. Na obiektach z wyką siewną, obsada roślin buraka cukrowego, była istotnie wyższa po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuznej w porównaniu do uprawy pasowej. Na pozostałych obiektach, technologia uprawy roli, nie miała wpływu na obsadę roślin w tym terminie.

W 2019 roku, nie stwierdzono zależności obsady roślin 21 dni po siewie od technologii uprawy roli, dawki azotu oraz międzyplonów ścierniskowych. Ponadto nie stwierdzono jakichkolwiek interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami w kształtowaniu tej cechy. Z uwagi na brak wpływu czynników badawczych na obsadę w tym roku, przedstawiono jedynie średnią wartość tej cechy (rys. 29).

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki analizy statystycznej z całego okresu badań, stwierdzono, że żaden z czynników doświadczenia, nie wpływał istotnie na obsadę roślin 21 dni po siewie. Stwierdzono interakcję pomiędzy międzyplonem i sposobem uprawy roli w kształtowaniu obsady roślin w tym terminie. Uprawa pasowa w obiekcie kontrolnym wpłynęła negatywnie na obsadę roślin buraka cukrowego w tym terminie, a po międzyplonach nie było istotnego wpływu sposobu uprawy roli na tę cechę. Ponadto stwierdzono, że w uprawie tradycyjnej obsada buraka cukrowego w tym terminie była po międzyplonach istotnie niższa niż w kontroli, natomiast w obiektach z uprawą pasową międzyplon nie wpływał istotnie na tę cechę. Nie wykazano innych istotnych interakcji.

Rys. 30. Obsada roślin 28 dni po siewie [szt·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

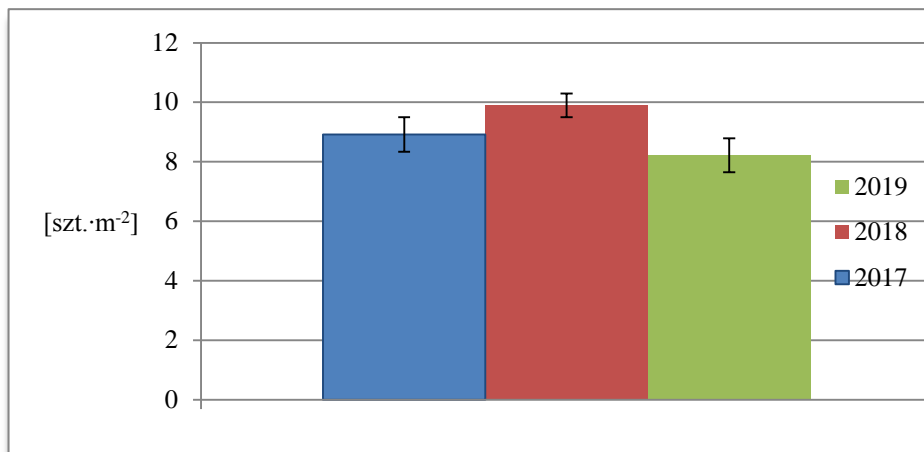


Tabela 28. Obsada roślin 28 dni po siewie [szt·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyzplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyzplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	9,500	9,375	9,750	9,542
	N2	9,875	9,375	8,000	9,083
	średnie	9,688	9,375	8,875	9,313
tradycyjna	N1	8,875	7,250	9,000	8,375
	N2	10,125	8,750	7,125	8,667
	średnie	9,500	8,000	8,063	8,521
średnia	N1	9,188	8,313	9,375	8,958
	N2	10,000	9,063	7,563	8,875
	średnie	9,594	8,688	8,469	8,917
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 2,179					
2018					
pasowa	N1**	9,750	10,000	10,000	9,917
	N2	8,750	8,625	9,625	9,000
	średnie	9,250	9,313	9,813	9,458
tradycyjna	N1	10,000	10,375	10,500	10,292
	N2	10,750	10,125	10,250	10,375
	średnie	10,375	10,250	10,375	10,333
średnia	N1	9,875	10,188	10,250	10,104
	N2	9,750	9,375	9,938	9,688
	średnie	9,813	9,781	10,094	9,896



cd. tabeli 28

Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 1,306; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	9,000	8,750	8,958	8,903
	N2	8,792	8,667	8,667	8,708
	średnie	8,896	8,708	8,813	8,806
tradycyjna	N1	9,292	8,792	9,625	9,236
	N2	9,625	9,000	8,958	9,194
	średnie	9,458	8,896	9,292	9,215
średnia	N1	9,146	8,771	9,292	9,069
	N2	9,208	8,833	8,813	8,951
	średnie	9,177	8,802	9,052	9,010
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,372					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,526; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Obsada roślin buraka cukrowego 28 dni po siewie, jak wynika z rysunku 30, kształtowała się na różnym poziomie w poszczególnych latach. Najwyższą wartość tej cechy, odnotowano w drugim roku badań, najniższą natomiast w 2019 roku.

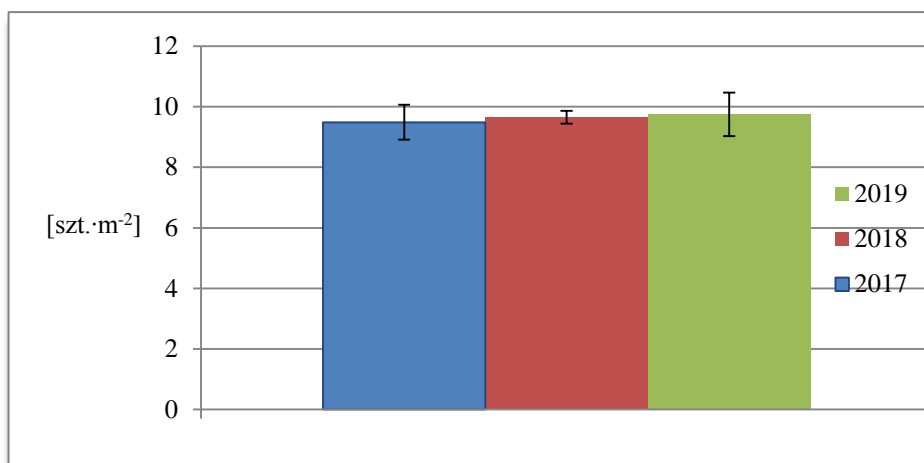
W 2017 roku obsada roślin buraka cukrowego, nie była zależna od badanych czynników doświadczenia polowego. Stwierdzono jednak współdziałanie międzyplonu i dawki azotu w odniesieniu do tej cechy. W obiektach, w których zastosowano dawkę azotu N2, stwierdzono istotne w porównaniu do kontroli zwiększenie wartości tej cechy po międzyplonie z grochu siewnego i wyki siewnej. W obiektach, w których zastosowano dawkę N1, nie stwierdzono wpływu międzyplonu na obsadę roślin (tabela 28).

Obsada roślin 28 dni po siewie, w kolejnym roku badań (2018), podobnie jak w roku 2017, nie była modyfikowana przez żaden z czynników doświadczenia. Wykazano jedynie istotną interakcję pomiędzy dawką azotu i technologią uprawy roli, w zakresie ich wpływu na obsadę roślin buraka cukrowego 28 dni po siewie. Wykazano korzystny wpływ uprawy tradycyjnej na obsadę buraka w tym terminie w warunkach nawożenia azotem w dawce N2. W warunkach nawożenia buraka cukrowego nawozem w dawce N1, sposób uprawy roli nie wpływał istotnie na obsadę.

W 2019 roku obsada roślin 28 dni po siewie, nie była zależna od technologii uprawy roli, dawki azotu ani od zastosowania zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych. Ponadto nie stwierdzono interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami w kształtowaniu tej cechy. Z uwagi na brak

wpływu czynników badawczych na obsadę w tym roku, przedstawiono jedynie średnią wartość tej cechy i wartość odchylenia standardowego (rys. 30).

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki analizy statystycznej z całego trzyletniego okresu badań stwierdzono, że jedynie trzeci czynnik doświadczenia, miał wpływ na opisywaną cechę. Zielony nawóz z grochu siewnego miał pozytywny wpływ na obsadę roślin. Była ona po jego zastosowaniu istotnie wyższa niż na poletkach z międzyplonem z wyki siewnej. Ponadto stwierdzono, w odniesieniu do tej cechy, istotną interakcję pomiędzy międzyplonami ścierniskowymi i technologią uprawy roli. Obsada roślin 28 dni po siewie, była w obiektach z uprawą tradycyjną, na poletkach z zielonym nawozem z wyki siewnej, istotnie niższa niż po grochu siewnym. W obiektach z uprawą pasową, międzyplon ścierniskowy nie miał istotnego wpływu na tę cechę.



Rys. 31. Obsada roślin po zakończeniu wschodów [szt·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 29. Obsada roślin po zakończeniu wschodów [szt·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	10,000	10,250	10,375	10,208
	N2	10,125	9,750	9,125	9,667
	średnie	10,063	10,000	9,750	9,938
tradycyjna	N1	9,375	8,500	9,250	9,042
	N2	10,750	8,750	7,625	9,042
	średnie	10,063	8,625	8,438	9,042
średnia	N1	9,688	9,375	9,813	9,625
	N2	10,438	9,250	8,375	9,354
	średnie	10,063	9,313	9,094	9,490
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 1,843					
2019					
pasowa	N1**	8,500	8,875	8,500	8,625
	N2	9,625	8,875	9,000	9,167
	średnie	9,063	8,875	8,750	8,896
tradycyjna	N1	10,750	11,250	11,000	11,000
	N2	10,500	9,750	10,375	10,208
	średnie	10,625	10,500	10,688	10,604
średnia	N1	9,625	10,063	9,750	9,813
	N2	10,063	9,313	9,688	9,688
	średnie	9,844	9,688	9,719	9,750
Czynniki: I – 1,454; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – 1,563; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	9,458	9,708	9,500	9,556
	N2	9,583	9,125	9,292	9,333
	średnie	9,521	9,417	9,396	9,444
tradycyjna	N1	10,000	9,667	10,125	9,931
	N2	10,542	9,458	9,125	9,708
	średnie	10,271	9,563	9,625	9,819
średnia	N1	9,729	9,688	9,813	9,743
	N2	10,063	9,292	9,208	9,521
	średnie	9,896	9,490	9,510	9,632
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,346 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,489; II w III – n.i.; III w II – 0,489					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Obsada po zakończeniu wschodów roślin w całym okresie badań, jak wynika z rysunku 31, kształtowała się na bardzo podobnym poziomie i wyniosła średnio 9,6 szt.·m<sup>-2</sup>.

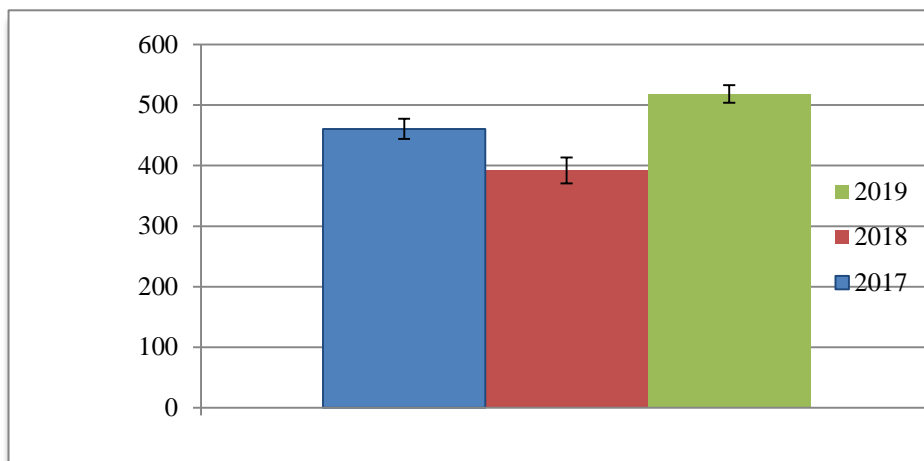
W 2017 roku, obsada roślin buraka cukrowego, po zakończeniu wschodów, nie była determinowana przez żaden z czynników doświadczenia polowego. Stwierdzono jedynie interakcję pomiędzy międzyplonem i dawką azotu. Obsada roślin buraka cukrowego po wschodach, po zastosowaniu dawki N2, była w obiektach z międzyplonem z grochu siewnego, istotnie wyższa niż w obiektach kontrolnych. Po zastosowaniu dawki N1, nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonu ścierniskowego na obsadę (tabela 29).

Obsada w kolejnym roku badań (2018), nie była zależna od czynników doświadczenia. Ponadto nie wykazano istotnej interakcji pomiędzy badanymi czynnikami w ocenie ich wpływu na obsadę roślin buraka cukrowego.

W 2019 roku obsada roślin po wschodach była zależna od sposobu uprawy roli. Była ona po zastosowaniu uprawy pasowej istotnie niższa niż w warunkach uprawy tradycyjnej. Stwierdzono także interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i dawką azotu. Po zastosowaniu dawki N1, obsada po zakończeniu wschodów, była w obiekcie z uprawą pasową istotnie niższa w porównaniu z obiektami z uprawą tradycyjną. W warunkach nawożenia buraka cukrowego nawozem azotowym w dawce N2, sposób uprawy roli nie wpływał istotnie na tę cechę.

Synteza z trzech lat eksperymentu, wykazała, że jedynie trzeci czynnik doświadczenia, wpływał na obsadę buraka cukrowego po wschodach. Zielony nawóz z grochu siewnego miał pozytywny wpływ na tę cechę. Po jego zastosowaniu obsada roślin była istotnie wyższa niż po międzyplonie z wyki siewnej i w porównaniu do obiektu kontrolnego. Odnotowano również interakcję pomiędzy międzyplonem ścierniskowym i dawką azotu. Obsada po zakończeniu wschodów, po zastosowaniu dawki azotu N2, była w obiektach z międzyplonem z wyki siewnej i kontroli istotnie niższa niż w obiektach z grochem siewnym. W obiekcie z niższą dawką azotu N1, nie stwierdzono wpływu międzyplonu ścierniskowego na obsadę. Ponadto odnotowano interakcję pomiędzy międzyplonem ścierniskowym i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą tradycyjną, na poletkach z zielonym nawozem z wyki siewnej i w kontroli (bez międzyplonu) uzyskano istotnie niższą obsadę roślin buraka cukrowego niż po międzyplonie z grochu siewnego. W obiektach z uprawą pasową, międzyplon ścierniskowy nie miał istotnego wpływu na tę cechę.

### 5.3. WSKAŹNIK ZIELONOŚCI LIŚCI (SPAD)



Rys. 32. Wskaźnik SPAD w fazie 6. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 30. Wskaźnik SPAD w fazie 6. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	440,000	459,000	425,000	441,333
	N2	447,500	456,000	438,500	447,333
	średnie	443,750	457,500	431,750	444,333
tradycyjna	N1	493,250	465,000	500,500	486,250
	N2	457,500	456,250	489,000	467,583
	średnie	475,375	460,625	494,750	476,917
średnia	N1	466,625	462,000	462,750	463,792
	N2	452,500	456,125	463,750	457,458
	średnie	459,563	459,063	463,250	460,625
Czynniki: I – 20,620; II – n.i.*; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub>	Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 12,359; I w III – 24,690; III w I – 30,279; II w III – n.i.; III w II – n.i.				

cd. tabeli 30

2018					
pasowa	N1**	415,750	416,750	418,750	417,083
	N2	409,750	435,000	402,750	415,833
	średnie	412,750	425,875	410,750	416,458
tradycyjna	N1	381,500	377,000	359,000	372,500
	N2	356,500	366,750	363,500	362,250
	średnie	369,000	371,875	361,250	367,375
średnia	N1	398,625	396,875	388,875	394,792
	N2	383,125	400,875	383,125	389,042
	średnie	390,875	398,875	386,000	391,917
Czynniki: I – 26,726; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	473,500	467,667	451,667	464,278
	N2	457,750	473,167	466,333	465,750
	średnie	465,625	470,417	459,000	465,014
tradycyjna	N1	451,833	448,333	462,083	454,083
	N2	442,417	437,583	451,750	443,917
	średnie	447,125	442,958	456,917	449,000
średnia	N1	462,667	458,000	456,875	459,181
	N2	450,083	455,375	459,042	454,833
	średnie	456,375	456,688	457,958	457,007
Czynniki: I – 15,601; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – 18,364; II w I – n.i.; I w III – 18,147; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wartość wskaźnika SPAD w fazie 6. par liści właściwych, była różna w poszczególnych latach badań (rys. 32). Najwyższe średnie wartości stwierdzono w 2019 roku, a najniższe w 2018 roku (odpowiednio 518,5 jednostek i 391,9 jednostek).

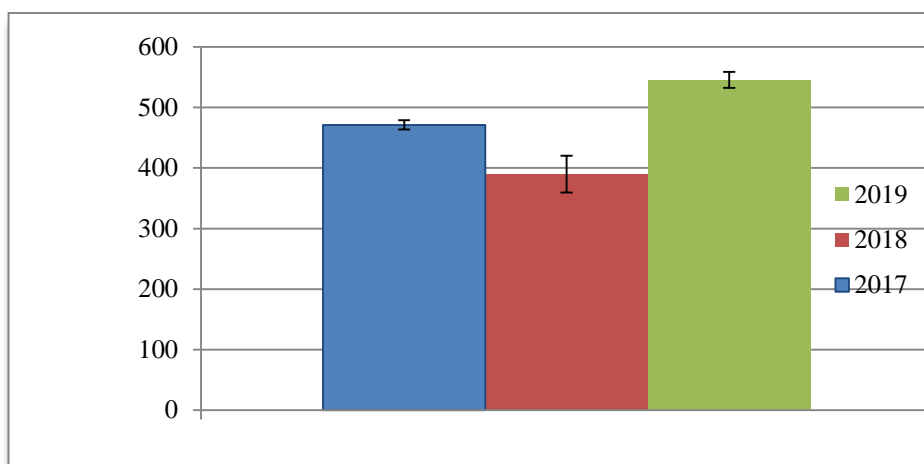
W 2017 roku, wskaźnik SPAD, był zależny od sposobu uprawy roli (tabela 30). Uprawa pasowa wywarła niekorzystny wpływ na wartość tego wskaźnika w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Udowodniono statystycznie interakcję pomiędzy dawką azotu i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą tradycyjną zwiększenie dawki z N1 do N2 spowodowało istotne zmniejszenie wartości wskaźnika SPAD, natomiast w obiektach z uprawą pasową czynnik ten nie wpływał w sposób istotny na kształtowanie wskaźnika zieloności liści buraka cukrowego w fazie 6 par liści. Ponadto stwierdzono współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonu. Na obiektach z uprawą tradycyjną, wartości opisywanej cechy, były istotnie niższe na stanowiskach z wyką siewną niż w kontroli bez międzyplonu. Tymczasem na poletkach z uprawą pasową,

wartość wskaźnika SPAD, na stanowiskach z grochem siewnym i w kontroli, była istotnie niższa w porównaniu do obiektu z międzyplonem wyki siewnej.

W 2018 roku wskaźnik SPAD, był zależny jedynie od sposobu uprawy roli. Uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia wartości opisywanej cechy w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Nie stwierdzono żadnych istotnych interakcji w odniesieniu do wskaźnika SPAD w tym terminie.

W 2019 roku wartość wskaźnika SPAD w fazie 6 liści właściwych, nie była zależna od żadnego z badanych czynników doświadczenia. Nie wykazano również współdziałania poszczególnych czynników. Z tego powodu, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 32).

Analiza statystyczna za lata badań 2017-2019 wykazała istotny wpływ technologii uprawy roli na wartość wskaźnika SPAD w fazie 6 liści buraka. Uprawa pasowa skutkowała istotnym zwiększeniem tego wskaźnika w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Stwierdzono istotną interakcję w odniesieniu do tej cechy pomiędzy sposobem uprawy roli i dawką azotu. Po zastosowaniu dawki N<sub>2</sub> stwierdzono, na obiektach z tradycyjną uprawą płuzną, istotnie niższy wskaźnik SPAD w porównaniu do uprawy pasowej. Natomiast w obiektach nawożonych dawką N<sub>1</sub> nie stwierdzono wpływu technologii uprawy na tę cechę. Ponadto wykazano interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. W obiektach z międzyplonami ścierniskowymi uprawa pasowa dodatnio wpływała na wartość wskaźnika SPAD w tej fazie natomiast w kontroli nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy roli na ten parametr.



Rys. 33. Wskaźnik SPAD w fazie 7. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 31. Wskaźnik SPAD w fazie 7. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2018					
pasowa	N1**	395,000	437,000	441,500	424,500
	N2	392,750	459,250	406,000	419,333
	średnie	393,875	448,125	423,750	421,919
tradycyjna	N1	368,500	358,000	349,250	358,583
	N2	350,000	364,250	356,750	357,000
	średnie	359,250	361,125	353,000	357,792
średnia	N1	381,750	397,500	395,375	391,542
	N2	371,375	411,750	381,375	388,167
	średnie	376,563	404,625	388,375	389,854
Czynniki: I – 26,61; II – n.i.*; III – 26,367					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 37,288; II w III – n.i.; III w II – 37,288					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	495,083	522,583	534,667	517,444
	N2	532,500	533,500	521,667	529,222
	średnie	513,792	528,042	528,167	523,333
tradycyjna	N1	500,333	494,833	506,250	500,472
	N2	498,750	496,583	469,917	488,417
	średnie	499,542	495,708	488,083	494,444
średnia	N1	497,708	508,708	520,458	508,958
	N2	515,625	515,042	495,792	508,819
	średnie	506,667	511,875	508,125	508,889
Czynniki: I – 17,694; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 27,206; II w I – n.i.; I w III – 26,462; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wartości wskaźnika SPAD w fazie 7. par liści właściwych, różniły się znacznie pomiędzy poszczególnymi latami badań. Najwyższe wartości stwierdzono w 2019 roku (545,7 jednostek), 13,64% mniejsze wartości w 2017 roku (471,3 jednostek) oraz najniższe w 2018 roku (389,9 jednostek), co stanowiło tylko 71,44% wartości wskaźnika SPAD z 2019 roku (rys. 33).

W 2017 roku, wskaźnik zieloności liści, nie był modyfikowany przez zaden z czynników badawczych. Ponadto nie wykazano istotnych interakcji.

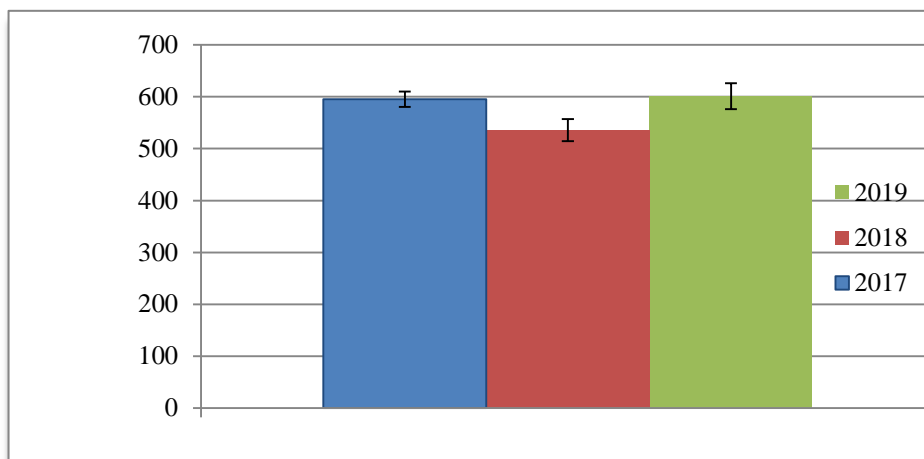
W 2018 roku wskaźnik SPAD był zależny od sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych (tabela 31). Uprawa pasowa wywarła korzystny wpływ na wartość wskaźnika SPAD w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Po zastosowaniu międzyplonu z grochu siewnego, wartość wskaźnika SPAD w fazie 7 par liści buraka cukrowego była istotnie niższa niż



po międzyplonie z wyki siewnej. Stwierdzono interakcję pomiędzy międzyplonem i dawką azotu w odniesieniu do tej cechy. W obiekcie, w którym zastosowano nawożenie azotem w dawce N2 stwierdzono istotnie wyższą wartość tego wskaźnika po międzyplonie z wyki siewnej niż po grochu siewnym. W warunkach stosowania niższej dawki azotu (N1) międzyplon nie wpływał istotnie na tę cechę. Zwiększenie dawki z N1 do N2 spowodowało na poletkach z grochem siewnym, zmniejszenie badanego parametru. Na pozostałych obiektach nie stwierdzono istotnego wpływu dawek azotu na badaną cechę. Stwierdzono również istotną interakcję pomiędzy międzyplonami i sposobem uprawy roli. Po zastosowaniu uprawy pasowej, na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego, stwierdzono istotnie niższe wartości wskaźnika SPAD niż na obiektach z wyki siewnej. Tymczasem na poletkach z uprawą tradycyjną międzyplony ścierniskowe nie wpływały istotnie na tę cechę.

W 2019 roku nie stwierdzono zależności wartości wskaźnika SPAD, od badanych czynników doświadczenia. Nie wykazano też istotnych interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi w odniesieniu do tej cechy. Dlatego też przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w latach badań i wartość odchylenia standardowego (rys. 33).

Analiza statystyczna całego okresu badań polowych wykazała, że jedynie technologia uprawy roli wywarła istotny wpływ na wskaźnik SPAD. Uprawa pasowa miała pozytywny wpływ na tę cechę w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Odnotowano interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i dawką azotu. Po zastosowaniu zwiększonej dawki nawozu, wskaźnik SPAD, na obiektach z uprawą pasową, był istotnie wyższy w porównaniu do obiektów z uprawą tradycyjną. Na poletkach nawożonych niższą dawką azotu (N1), technologia uprawy roli nie miała istotnego wpływu na tę cechę. Ponadto wykazano współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów. Na obiektach z wyką siewną i w kontroli (bez międzyplonu) wskaźnik zieloności liści, był istotnie wyższy po zastosowaniu uprawy pasowej w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Po międzyplonie z grochu siewnego nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy roli w kształtowaniu tej cechy.



Rys. 34. Wskaźnik SPAD w fazie 9. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 32. Wskaźnik SPAD w fazie 9. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	568,000	575,500	620,000	587,833
	N2	594,250	592,500	611,000	599,250
	średnie	581,125	584,000	615,500	593,542
tradycyjna	N1	596,500	575,750	635,000	602,417
	N2	585,000	583,000	606,000	591,333
	średnie	590,750	579,375	620,500	596,875
średnia	N1	582,250	575,625	627,500	595,125
	N2	589,625	587,750	608,500	595,292
	średnie	585,938	581,688	618,000	595,208
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – 21,030					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 29,740					
2018					
pasowa	N1**	576,000	576,750	572,500	575,083
	N2	546,500	534,500	551,250	544,083
	średnie	561,250	555,625	561,875	559,583
tradycyjna	N1	530,500	539,250	505,500	525,083
	N2	524,750	481,750	492,000	499,500
	średnie	527,625	510,500	498,750	512,292
średnia	N1	553,250	558,000	539,000	550,083
	N2	535,625	508,125	521,625	521,792
	średnie	544,438	533,063	530,313	535,938

cd. tabeli 32

Czynniki: I – 34,525; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 38,021; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	638,750	554,500	629,750	607,667
	N2	670,750	611,750	628,000	636,833
	średnie	654,750	583,125	628,875	622,250
tradycyjna	N1	570,500	636,250	588,250	598,333
	N2	587,250	521,250	577,750	562,083
	średnie	578,875	578,750	583,000	580,208
średnia	N1	604,625	595,375	609,000	603,000
	N2	629,000	566,500	602,875	599,458
	średnie	616,813	580,938	605,938	601,229
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 69,152; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	594,250	568,917	607,417	590,194
	N2	603,833	579,583	596,750	593,389
	średnie	599,042	574,250	602,083	591,792
tradycyjna	N1	565,833	583,750	576,250	575,278
	N2	565,667	528,667	558,583	550,972
	średnie	565,750	556,208	567,417	563,125
średnia	N1	580,042	576,333	591,833	582,736
	N2	584,750	554,125	577,667	572,181
	średnie	582,396	565,229	584,750	577,458
Czynniki: I – 25,717; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 30,522; II w I – n.i.; I w III – 31,302; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 30,032					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

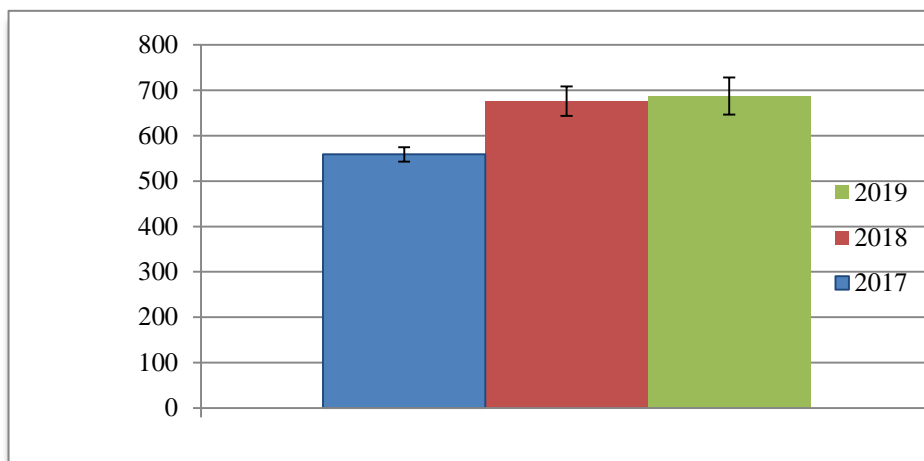
Wartość wskaźnika SPAD w fazie 9. par liści właściwych, różniła się pomiędzy poszczególnymi latami badań polowych, jakkolwiek wartości z 2017 roku i 2019 roku, były na zbliżonym poziomie. Najniższe wartości wskaźnika SPAD natomiast wykazano w 2018 roku (rys. 34).

W 2017 roku, wartość wskaźnika SPAD, była kształtowana przez międzyplony ścierniskowe (tabela 32). Na poletkach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, wskaźnik SPAD był istotnie niższy niż na poletkach kontrolnych (bez międzyplonu). Stwierdzono interakcję pomiędzy międzyplonami i dawką azotu. Na poletkach z dawką N1, międzyplony ścierniskowe wywarły negatywny wpływ na wartość wskaźnika SPAD. Natomiast na stanowiskach z dawką N2, międzyplony z grochu siewnego i wyki siewnej, nie wpłynęły na ten parametr.

W 2018 roku wartość wskaźnika SPAD była zależna od sposobu uprawy roli (tabela 32). Uprawa pasowa w tym czasie wywarła korzystny wpływ na wartość wskaźnika SPAD w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Stwierdzono interakcję między sposobem uprawy roli i międzyplonem w odniesieniu do tej cechy. Na stanowiskach po wyce siewnej i w kontroli, technologia uprawy wywarła istotny wpływ na wskaźnik zieloności liści, który był niższy po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuźnej w porównaniu do uprawy pasowej. Natomiast po grochu siewnym technologia uprawy roli nie wywarła takiego wpływu.

W 2019 roku, nie stwierdzono wpływu badanych czynników na wartość wskaźnika SPAD w fazie 9. par liści. Wykazano jedynie interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i dawką azotu w odniesieniu do tej cechy. Po zastosowaniu zwiększonej dawki nawozu N<sub>2</sub>, wskaźnik zieloności liścia, na obiektach z tradycyjną uprawą płuźną, był istotnie niższy niż po zastosowaniu uprawy pasowej. W buraku cukrowym nawożonym azotem w dawce N<sub>1</sub> technologia uprawy roli nie wpłynęła na wartość wskaźnika SPAD w tym terminie.

Analiza statystyczna całego okresu badań wykazała, że jedynie technologia uprawy roli miała wpływ na wartość wskaźnika SPAD. Uprawa pasowa wywarła pozytywny wpływ na wskaźnik SPAD w porównaniu do technologii uprawy tradycyjnej. Odnotowano interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i dawką azotu. Po zastosowaniu dawki N<sub>2</sub>, wskaźnik SPAD na stanowiskach z uprawą tradycyjną był istotnie niższy w porównaniu z uprawą pasową. Natomiast w obiektach z dawką N<sub>1</sub>, nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy roli na tę cechę. Wykazano ponadto interakcję technologii uprawy roli i międzyplonów w odniesieniu do tej cechy. Na obiektach z grochem siewnym i w kontroli (bez międzyplonu), wskaźnik zieloności liści, był istotnie niższy po zastosowaniu uprawy tradycyjnej. Po międzyplonie z wyki siewnej nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy roli na tę cechę. Ponadto zaistniała interakcja pomiędzy międzyplonem i dawką azotu. W obiektach z nawożeniem azotem w dawce N<sub>2</sub> stwierdzono po wyce istotnie niższą wartość tej cechy niż po grochu, natomiast w obiekcie z dawką N<sub>1</sub> międzyplony nie wpływały na badany parametr.



Rys. 35. Wskaźnik SPAD w fazie 10. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 33. Wskaźnik SPAD w fazie 10. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	611,000	596,000	615,000	607,333
	N2	629,750	608,250	571,500	603,167
	Średnie	620,375	602,125	593,250	605,250
tradycyjna	N1	610,000	553,500	583,250	582,250
	N2	541,000	589,500	556,750	562,417
	Średnie	575,500	571,500	570,000	572,333
średnia	N1	610,500	574,750	599,125	594,792
	N2	585,375	598,875	564,125	582,792
	Średnie	597,938	586,813	581,625	588,792
Czynniki: I – 32,189; II – n.i.*; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 40,169; II w I – n.i.; I w III – 40,180; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	666,000	696,500	732,500	698,333
	N2	671,500	705,750	727,750	701,667
	średnie	668,750	701,125	730,125	700,000
tradycyjna	N1	699,000	670,750	566,750	645,500
	N2	686,750	661,250	628,250	658,750
	średnie	692,875	666,000	597,500	652,125
średnia	N1	682,500	683,625	649,625	671,917
	N2	679,125	683,500	678,000	680,208
	średnie	680,813	683,563	663,813	676,063

cd. tabeli 33

Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 86,010; III w I – 56,038; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	642,250	649,250	666,500	652,667
	N2	648,750	616,000	650,750	638,500
	średnie	645,500	632,625	658,625	645,583
tradycyjna	N1	830,750	705,750	715,250	750,583
	N2	717,250	729,750	674,500	707,167
	średnie	774,000	717,750	694,875	728,875
średnia	N1	736,500	677,500	690,875	701,625
	N2	683,000	672,875	662,625	672,833
	średnie	709,750	675,188	676,750	687,229
Czynniki: I – 72,086; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 78,681; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	639,750	647,250	671,333	652,778
	N2	650,000	643,333	650,000	647,778
	średnie	644,875	645,292	660,667	650,278
tradycyjna	N1	713,25	643,333	621,750	659,444
	N2	648,333	660,167	619,833	642,778
	średnie	680,792	651,750	620,792	651,111
średnia	N1	676,500	645,292	646,542	656,111
	N2	649,167	651,750	634,917	645,278
	średnie	662,833	648,521	640,729	650,694
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 22,061					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 38,619; III w I – 31,199; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wskaźnik SPAD w fazie 10. par liści właściwych, był różny w latach badań, aczkolwiek pomiędzy 2018 i 2019 rokiem, różnice były nieznaczne (rys. 35).

W 2017 roku, wskaźnik zieloności liści, był zależny jedynie od pierwszego czynnika doświadczenia. Uprawa pasowa w tym roku badań wywarła korzystny wpływ na wartość wskaźnika SPAD w porównaniu do uprawy tradycyjnej.

Stwierdzono istotną interakcję pomiędzy uprawą roli i dawką azotu w odniesieniu do tej cechy. Po zastosowaniu dawki azotu N2, wskaźnik zieloności liścia, na obiektach z uprawą pasową, był istotnie wyższy w porównaniu z tradycyjną uprawą płużną. Na poletkach po zastosowaniu dawki N1 natomiast, nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy na tę cechę. Ponadto stwierdzono interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli

i międzyplonem. Na stanowiskach z grochem siewnym, sposób uprawy roli wywarł istotny wpływ na wskaźnik zieloności liści. Po zastosowaniu technologii uprawy pasowej był on wyższy w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Natomiast na obiektach z zielonym nawozem z wyki siewnej i w kontroli (bez międzyplonu), nie wykazano wpływu sposobu uprawy roli na tę cechę.

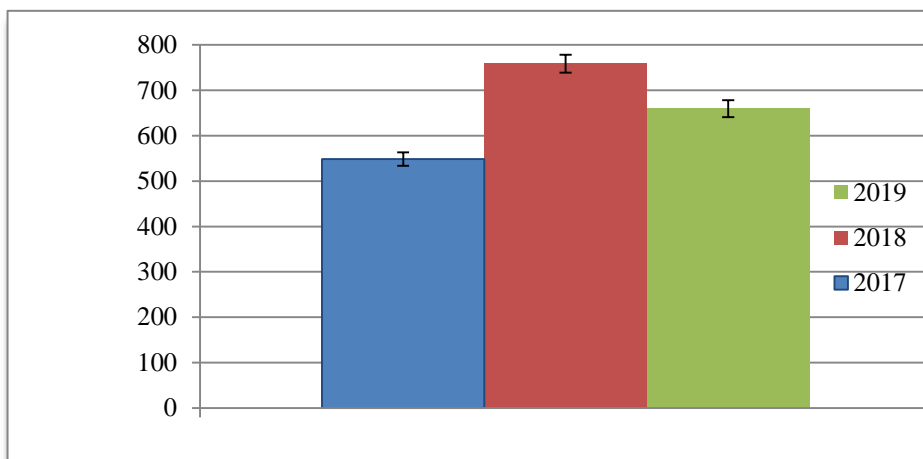
W 2018 roku, wartość wskaźnika SPAD nie była zależna od żadnego z czynników doświadczenia polowego. Stwierdzono współdziałanie sposobu uprawy roli i zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych (tabela 33).

Na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu) uprawa pasowa przyczyniła się do zwiększenia wartości badanego parametru w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na obiektach po międzyplonie z grochu siewnego i wyki siewnej nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli na wartość wskaźnika SPAD.

W 2019 roku stwierdzono wpływ sposobu uprawy roli na wskaźnik zieloności liści buraka cukrowego. Uprawa pasowa wywarła ujemny wpływ na wartość wskaźnika SPAD w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Wykazano interakcję technologii uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych. Na obiektach z grochem siewnym i wyką siewną, wskaźnik zieloności liści roślin, był istotnie niższy po zastosowaniu uprawy pasowej niż tradycyjnej. Na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu) nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy roli na wskaźnik zieloności w fazie 10. par liści właściwych.

Analiza statystyczna całego okresu badań wykazała, że jedynie międzyplony miały wpływ na wskaźnik SPAD. Na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu), wartość wskaźnika zieloności liści buraka cukrowego była istotnie niższa niż po międzyplonie z grochu siewnego.

Odnotowano współdziałanie między sposobem uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Technologia uprawy pasowej wywarła dodatni wpływ na wskaźnik SPAD na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu), w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na pozostałych obiektach doświadczenia polowego nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu uprawy roli na tę cechę.



Rys. 36. Wskaźnik SPAD w fazie 11. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 34. Wskaźnik SPAD w fazie 11. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	567,75	560,000	541,500	556,417
	N2	591,500	558,250	547,500	565,750
	średnie	579,625	559,125	544,500	561,083
tradycyjna	N1	562,000	515,500	567,750	548,417
	N2	533,500	543,750	493,500	523,583
	średnie	547,750	529,625	530,625	536,000
średnia	N1	564,875	537,750	554,625	552,417
	N2	562,500	551,000	520,500	544,667
	średnie	563,688	544,375	537,563	548,542
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i.					
Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 17,333; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					



cd. tabeli 34

Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	668,167	661,667	678,750	669,528
	N2	673,583	686,917	648,500	669,667
	średnie	670,875	674,292	663,625	669,597
tradycyjna	N1	681,250	629,500	661,417	657,389
	N2	630,583	648,167	597,167	625,306
	średnie	655,917	638,833	629,292	641,347
średnia	N1	674,708	645,583	670,083	663,458
	N2	652,083	667,542	622,833	647,486
	średnie	663,396	656,563	646,458	655,472
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – 33,051; III w II – 28,722					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

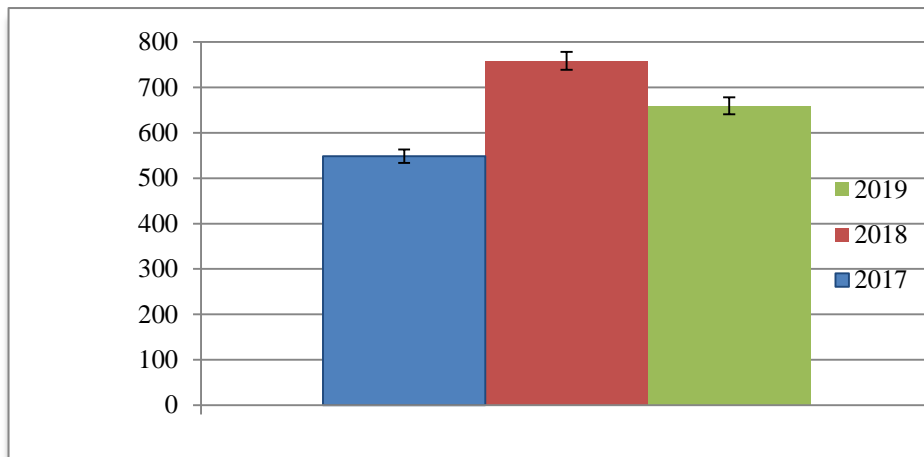
Wskaźnik zieloności liści buraka cukrowego, pośrednio wskazujący na stan odżywienia roślin, zwłaszcza azotem, w fazie 11. par liści właściwych, różnił się pomiędzy poszczególnymi latami badań. Najniższe wartości wskaźnika SPAD wykazano w 2017 roku (548,5 jednostek), a o ponad 100 jednostek więcej w 2019 roku. Najwyższą wartość tego wskaźnika stwierdzono w 2018 roku (758,5 jednostek) (rys. 36).

W 2017 roku, wartość wskaźnika SPAD w tym terminie nie była kształtowana przez technologię uprawy roli, dawkę azotu i międzyplony ścierniskowe. Stwierdzono jedynie istotną interakcję pomiędzy dawką azotu i sposobem uprawy roli. Po zastosowaniu tradycyjnej uprawy pluznej na obiektach ze zwiększoną dawką N2, wykazano istotnie niższe wartości wskaźnika w porównaniu z dawką N1. W obiektach po zastosowaniu uprawy pasowej nie stwierdzono wpływu dawki azotu na tę cechę (tabela 34).

W 2018 i 2019 roku, nie stwierdzono wpływu czynników doświadczenia na wartość wskaźnika SPAD. Ponadto nie stwierdzono istotnych interakcji pomiędzy czynnikami. Z uwagi na ten fakt, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 36).

Analiza statystyczna całego okresu badań nie potwierdziła wpływu żadnego z czynników doświadczenia na wartość wskaźnika SPAD w fazie 11. par liści właściwych. Wykazano współdziałanie dawek azotu i międzyplonów ścierniskowych. Dawka N1 na poletkach z zielonym nawozem z wyki siewnej, wpłynęła niekorzystnie na badaną cechę, w porównaniu z pozostałymi obiektami, gdzie zastosowano tę dawkę nawozu. W tym samym czasie, dawka N2 na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu), wpłynęła negatywnie na wartość wskaźnika SPAD, w porównaniu z międzyplonami z grochu

siewnego i wyki siewnej. Innych istotnych interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi nie stwierdzono.



Rys. 37. Wskaźnik SPAD w fazie 12. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 35. Wskaźnik SPAD w fazie 12. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	662,250	657,250	657,500	659,000
	N2	660,250	688,000	625,250	657,833
	średnie	661,250	672,625	641,375	658,417
tradycyjna	N1	668,500	648,500	740,750	685,917
	N2	613,500	661,750	684,750	653,333
	średnie	641,000	655,125	712,750	669,625
średnia	N1	665,375	652,875	699,125	672,458
	N2	636,875	674,875	655,000	655,583
	średnie	651,125	663,875	677,063	664,021
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub>	Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 46,689; III w I – 63,442; II w III – n.i.; III w II – n.i.				

cd. tabeli 35

2018					
pasowa	N1**	765,750	841,75	688,000	765,167
	N2	605,500	762,500	694,250	687,417
	średnie	685,625	802,125	691,125	726,292
tradycyjna	N1	831,000	727,250	641,250	733,167
	N2	733,750	769,250	674,500	725,833
	średnie	782,375	748,250	657,875	729,500
średnia	N1	798,375	784,500	664,625	749,167
	N2	669,625	765,875	684,375	706,625
	średnie	734,000	775,188	674,500	727,896
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 95,328 NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 95,833; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	772,250	723,750	756,250	750,750
	N2	780,750	781,500	728,000	763,417
	średnie	776,500	752,625	742,125	757,083
tradycyjna	N1	634,000	723,000	733,250	696,750
	N2	662,000	758,250	741,750	720,667
	średnie	648,000	740,625	737,500	708,708
średnia	N1	703,125	723,375	744,750	723,750
	N2	721,375	769,875	734,875	742,042
	średnie	712,250	746,625	739,813	732,896
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 77,577; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	733,417	740,917	700,583	724,972
	N2	682,167	744,000	682,500	702,889
	średnie	707,792	742,458	691,542	713,931
tradycyjna	N1	711,167	699,583	705,083	705,278
	N2	669,750	729,750	700,333	699,944
	średnie	690,458	714,667	702,708	702,611
średnia	N1	722,292	720,250	702,833	715,125
	N2	675,958	736,875	691,417	701,417
	średnie	699,125	728,563	697,125	708,271
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 24,231 NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – 43,798; III w II – 34,267					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wartość wskaźnika SPAD w fazie 12. par liści właściwych, różniła się pomiędzy poszczególnymi latami badań, aczkolwiek wartości z 2018 roku

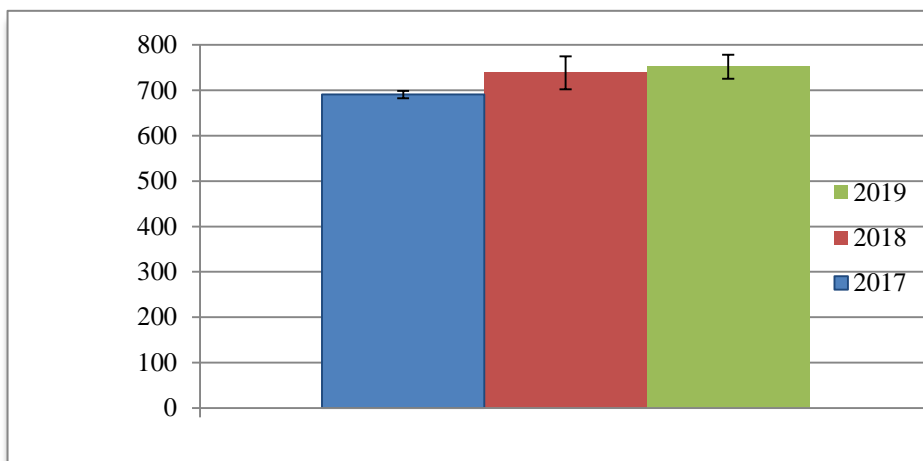
i 2019 roku, kształtowały się na bardzo zbliżonym poziomie. Najniższe wartości wskaźnika SPAD natomiast wykazano w 2017 roku (rys. 37).

W 2017 roku, wartość wskaźnika SPAD, nie była kształtowana przez sposób uprawy roli, dawkę azotu oraz międzyplony ścierniskowe (tabela 35). Stwierdzono jednak istotne współdziałanie międzyplonów ścierniskowych i uprawy roli. Po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuznej na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki, stwierdzono istotnie niższe wartości wskaźnika SPAD w porównaniu do obiektów kontrolnych (bez międzyplonu). W obiektach z uprawą pasową nie stwierdzono wpływu międzyplonu na tę cechę. Ponadto nie stwierdzono innych istotnych interakcji.

W 2018 roku wykazano, że wartość wskaźnika SPAD w fazie 12. par liści właściwych buraka cukrowego, była zależna od zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych (tabela 35). Na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu), wskaźnik zieloności liści był istotnie niższy w porównaniu z obiektami po międzyplonie z grochu siewnego i wyki siewnej. Wykazano interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na obiektach z grochem siewnym wskaźnik zieloności liści, był istotnie niższy po zastosowaniu uprawy pasowej niż w obiektach z uprawą tradycyjną. Po międzyplonie z wyki siewnej i w kontroli (bez międzyplonu) nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy na tę cechę.

Ostatni rok badań 2019, nie wykazał wpływu badanych czynników na wartość wskaźnika zieloności liści. Wykazano jednak interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na obiektach z grochem siewnym, wskaźnik SPAD, był istotnie wyższy po zastosowaniu uprawy pasowej w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Po wyce siewnej oraz w kontroli (bez międzyplonu) nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu uprawy roli na tę cechę.

Analiza statystyczna za lata 2017-2019 potwierdziła, że tylko międzyplony ścierniskowe wywarły wpływ na wartość wskaźnika SPAD. Na stanowiskach z wyką siewną, wskaźnik zieloności liści był istotnie wyższy w porównaniu ze stanowiskami z grochem siewnym i kontrolą (bez międzyplonu). Ponadto wykazano interakcję pomiędzy międzyplonami i sposobem uprawy roli. Po zastosowaniu uprawy pasowej, na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego oraz na obiektach kontrolnych, stwierdzono istotnie niższe wartości badanej cechy niż po międzyplonie z wyki siewnej. Na poletkach z uprawą tradycyjną natomiast, międzyplony ścierniskowe nie wpływały na wartość badanego parametru. Stwierdzono też współdziałanie międzyplonów i dawek azotu. W obiektach z dawką N<sub>2</sub> na poletkach z zielonym nawozem z wyki siewnej, stwierdzono wyższe wartości tego wskaźnika w porównaniu z poletkami z grochem siewnym i poletkami kontrolnymi. Tymczasem po użyciu dawki N<sub>1</sub>, nie stwierdzono istotnego wpływu tego czynnika na kształtowanie wartości wskaźnika SPAD.



Rys. 38. Wskaźnik SPAD w fazie 13. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 36. Wskaźnik SPAD w fazie 13. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	737,583	771,417	724,25	744,417
	N2	754,417	747,917	730,333	744,222
	średnie	746,000	759,667	727,292	744,319
tradycyjna	N1	724,833	706,167	687,083	706,028
	N2	731,917	739,167	671,083	714,056
	średnie	728,375	722,667	679,083	710,042
średnia	N1	731,208	738,792	705,667	725,222
	N2	743,167	743,542	700,708	729,139
	średnie	737,188	741,167	703,188	727,181
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – 22,883					
Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 43,706; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

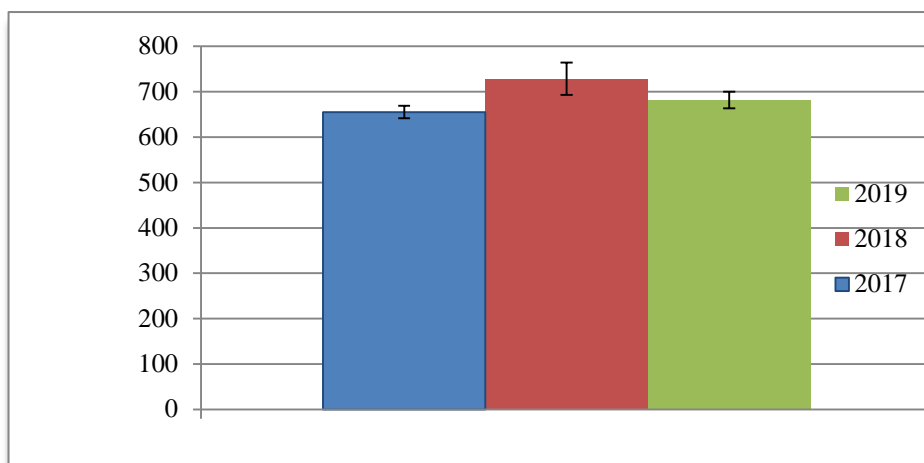
\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wskaźnik SPAD w fazie 13. par liści właściwych, kształtował się różnie pomiędzy poszczególnymi latami badań, jednakże wartości z 2018 roku i 2019 roku, były na zbliżonym poziomie. Najniższe wartości wskaźnika SPAD odnotowano w 2017 roku (rys. 38).

W żadnym z trzech lat badań nie wykazano wpływu sposobu uprawy roli, poszczególnych dawek azotu i międzyplonów ścierniskowych na wartość tego wskaźnika. Ponadto nie udowodniono statystycznie interakcji pomiędzy czynnikami. Z uwagi na ten fakt, dla poszczególnych lat przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy i wartości odchylenia standardowego (rys. 38).

Analiza statystyczna za lata 2017-2019 wykazała, że tylko międzyplony ścierniskowe wywarły wpływ na wartość wskaźnika SPAD w fazie 13. par liści właściwych buraka cukrowego (tabela 36). Międzyplony ścierniskowe z grochu siewnego i wyki siewnej wykorzystane jako zielony nawóz wywarły dodatni wpływ na wskaźnik zieloności liści w porównaniu ze stanowiskami kontrolnymi (bez międzyplonu). Udowodniono statystycznie współdziałanie międzyplonów i sposobu uprawy roli. Po zastosowaniu uprawy pasowej, na obiektach kontrolnych, stwierdzono istotnie niższe wartości badanej cechy w porównaniu z zielonym nawozem z wyki siewnej. Po zastosowaniu uprawy tradycyjnej natomiast, na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu), stwierdzono istotnie niższe wartości badanej cechy zarówno w porównaniu z zielonym nawozem z wyki siewnej jak i z grochu siewnego.



Rys. 39. Wskaźnik SPAD w fazie 14. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 37. Wskaźnik SPAD w fazie 14. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	709,750	644,500	672,750	675,667
	N2	643,250	681,500	668,000	664,250
	średnie	676,500	663,000	670,375	669,958
tradycyjna	N1	608,750	648,250	678,000	645,000
	N2	652,250	650,750	605,250	636,083
	średnie	630,500	649,500	641,625	640,542
średnia	N1	659,250	646,375	675,375	660,333
	N2	647,750	666,125	636,625	650,167
	średnie	653,500	656,250	656,000	655,250
Czynniki: I – 27,189; II – n.i.*; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	690,250	818,000	767,750	758,667
	N2	747,750	770,500	767,000	761,750
	średnie	719,000	794,250	767,375	760,208
tradycyjna	N1	657,000	701,250	706,750	688,333
	N2	686,000	741,250	693,000	706,75
	średnie	671,500	721,250	699,875	697,542
średnia	N1	673,625	759,625	737,250	723,500
	N2	716,875	755,875	730,000	734,250
	średnie	695,250	757,750	733,625	728,875
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 60,889 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 86,111					
2019					
pasowa	N1**	662,500	729,250	712,750	701,5000
	N2	660,250	690,250	677,750	676,083
	średnie	661,375	709,750	695,250	688,792
tradycyjna	N1	664,000	719,750	612,250	665,333
	N2	695,750	674,750	682,250	684,250
	średnie	679,875	697,250	647,250	674,792
średnia	N1	663,250	724,500	662,500	683,417
	N2	678,000	682,500	680,000	680,167
	średnie	670,625	703,500	671,250	681,792
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 42,962; III w I – 48,737; II w III – n.i.; III w II – 48,737					

cd. tabeli 37

Synteza z lat 2017–2019					
Pasowa	N1**	687,500	730,583	717,750	711,944
	N2	683,750	714,083	704,250	700,694
	średnie	685,625	722,333	711,000	706,319
tradycyjna	N1	643,250	689,750	665,667	666,222
	N2	678,000	688,917	660,167	675,694
	średnie	660,625	689,333	662,917	670,958
średnia	N1	665,375	710,167	691,708	689,083
	N2	680,875	701,500	682,208	688,194
	średnie	673,125	705,833	687,958	688,639
Czynniki: I – 29,673; II – n.i.; III – 11,976					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 28,223; III w I – 16,936; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wartości wskaźnika SPAD w fazie 14. par liści właściwych, różniły się między latami badań. Najwyższe wyniki otrzymano w 2018 roku, najniższe natomiast w 2017 roku (rys. 39).

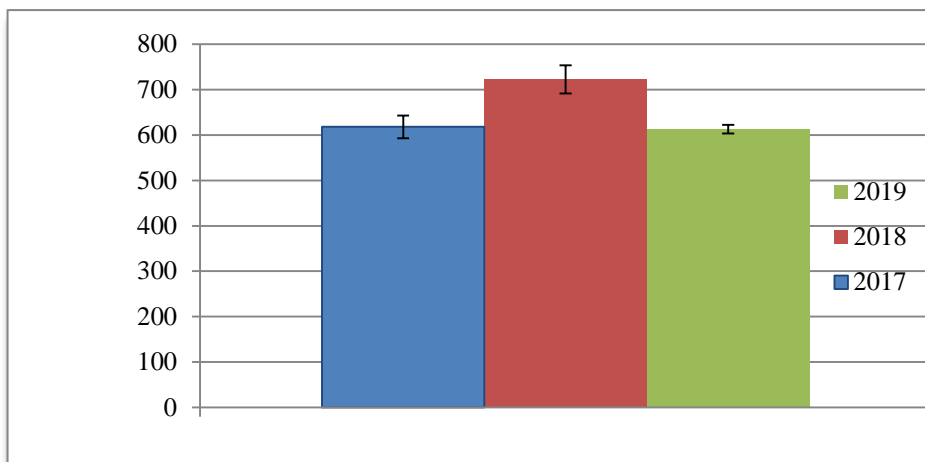
W 2017 roku, wartość wskaźnika SPAD była kształtowana jedynie przez sposób uprawy roli. (tabela 37). Wskaźnik SPAD na stanowiskach z uprawą pasową był istotnie wyższy w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Nie stwierdzono natomiast istotnego współdziałania czynników badawczych.

W 2018 roku, wartość wskaźnika SPAD w fazie 14. par liści właściwych buraka cukrowego, była zależna od zielonego nawozu z międzyplonów. Międzyplony z grochu siewnego wywarły ujemny wpływ na wskaźnik SPAD, w przeciwieństwie do obiektów po międzyplonach z wyki siewnej, na których wartość badanej cechy była istotnie wyższa. Stwierdzono także interakcję pomiędzy międzyplonami i dawką azotu. Zmniejszenie dawki nawozu azotowego na poletkach po grochu siewnym, wpłynęło niekorzystnie na wartość wskaźnika SPAD. Na poletkach kontrolnych oraz po wyce siewnej stan odżywienia roślin azotem nie miał wpływu na badany wskaźnik.

W 2019 roku, nie stwierdzono wpływu żadnego z czynników doświadczenia polowego, na wartość wskaźnika SPAD. Odnotowano współdziałanie sposobu uprawy roli i międzyplonów. Na poletkach kontrolnych, wskaźnik zieloności liści, był istotnie wyższy po zastosowaniu uprawy pasowej w porównaniu do technologii uprawy tradycyjnej. Na pozostałych obiektach, nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy roli na wartość badanej cechy. Ponadto udowodniono statystycznie interakcję pomiędzy zielonym nawozem z międzyplonów i dawką azotu. Dawka N1 na poletkach z zielonym nawozem z grochu siewnego i w kontroli wpłynęła niekorzystnie na badaną cechę w porównaniu z dawką N2. Na obiektach z wyką siewną wartość wskaźnika SPAD była istotnie wyższa.



Analiza statystyczna całego okresu badań potwierdziła, że technologia uprawy roli i międzyplony ścierniskowe wywarły istotny wpływ na wartość wskaźnika SPAD w fazie 14. par liści właściwych. Na stanowiskach z wyką siewną, stwierdzono korzystny wpływ na wskaźnik zieloności liści w porównaniu z obiektami po międzyplonie z grochu siewnego i w kontroli, na których wskaźnik SPAD był istotnie niższy. Wskaźnik SPAD na stanowiskach z uprawą pasową był istotnie wyższy w porównaniu do technologii uprawy tradycyjnej. Wykazano też współdziałanie sposobu uprawy roli i międzyplonów. Na polatkach po wyce siewnej i w kontroli (bez międzyplonu) wskaźnik zieloności liści roślin był istotnie niższy po zastosowaniu uprawy tradycyjnej niż po zastosowaniu technologii uprawy pasowej. Na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego, nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli w odniesieniu do tej cechy.



Rys. 40. Wskaźnik SPAD w fazie 15. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 38. Wskaźnik SPAD w fazie 15. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	644,750	658,250	607,750	636,917
	N2	656,000	660,000	577,750	631,250
	średnie	650,375	659,125	592,750	634,083
tradycyjna	N1	568,750	631,500	604,000	601,417
	N2	573,000	573,750	661,000	602,583
	średnie	570,875	602,625	632,500	602,000
średnia	N1	606,750	644,875	605,875	619,167
	N2	614,500	616,875	619,375	616,917
	średnie	610,625	630,875	612,625	618,042
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 67,518; III w I – 71,666; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	767,500	729,000	775,250	757,25
	N2	749,250	797,000	729,750	758,667
	średnie	758,375	763,000	752,500	757,958
tradycyjna	N1	668,250	674,250	642,000	661,500
	N2	704,500	725,750	708,250	712,833
	średnie	686,375	700,000	675,125	687,167
średnia	N1	717,875	701,625	708,625	709,375
	N2	726,875	761,375	719,000	735,750
	średnie	722,375	731,500	713,813	722,563
Czynniki: I – 62,214; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 58,676; II w I – 53,038; I w III – 70,662; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
Pasowa	N1**	678,000	661,500	669,167	669,556
	N2	675,000	696,667	645,250	672,306
	średnie	676,500	679,083	657,208	670,931
Tradycyjna	N1	611,500	629,750	612,667	617,972
	N2	638,500	634,583	661,417	644,833
	średnie	625,000	632,167	637,042	631,403
Średnia	N1	644,750	645,625	640,917	643,764
	N2	656,750	665,625	653,333	658,569
	średnie	650,750	655,625	647,125	651,167
Czynniki: I – 27,154; II – n.i.; III – 7,861 NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 34,742; II w I – n.i.; I w III – 24,54; III w I – 11,1217; II w III – n.i.; III w II – 11,117					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wartość wskaźnika zieloności liścia w fazie 15. par liści właściwych roślin buraka cukrowego, różniła się pomiędzy poszczególnymi latami badań, jednak wartości z 2017 roku i 2019 roku, kształtowały się na relatywnie zbliżonym poziomie (rys. 40). Najwyższe wartości tego wskaźnika natomiast stwierdzono w 2018 roku.

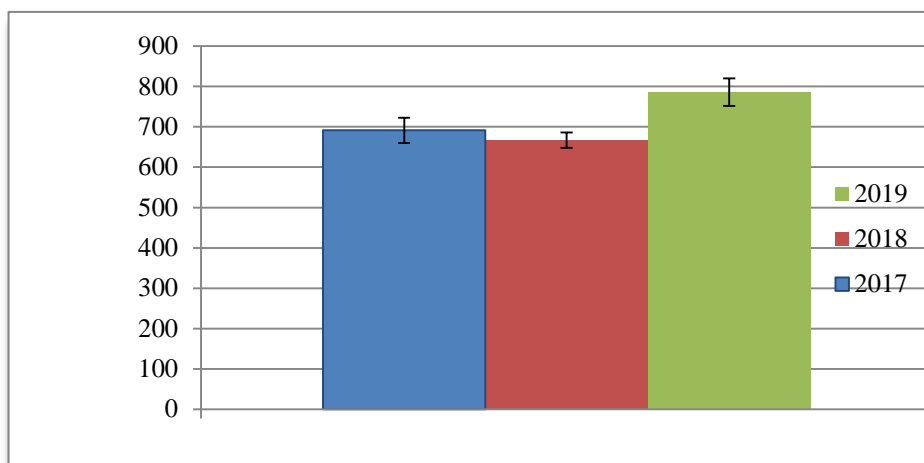
W 2017 roku, wartość wskaźnika zieloności liści roślin, nie była kształtowana przez sposób uprawy roli, dawkę azotu oraz międzyplony. Stwierdzono jednak istotne współdziałanie sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych. Po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuznej na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego, wykazano istotnie niższe wartości wskaźnika SPAD w porównaniu do obiektów z wyką siewną i w kontroli (bez międzyplonu). Na obiektach z uprawą pasową wartość badanej cechy była istotnie niższa na poletkach kontrolnych niż po międzyplonach. Nie wykazano innych istotnych interakcji.

W 2018 roku na wartość wskaźnika SPAD w fazie 15. par liści właściwych buraka cukrowego, miał wpływ sposób uprawy roli (tabela 38). Uprawa pasowa w tym czasie wywarła korzystny wpływ na wartość wskaźnika SPAD w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Wykazano interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na obiektach z grochem siewnym i w kontroli, wskaźnik SPAD był istotnie wyższy po zastosowaniu uprawy pasowej w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na obiektach z międzyplonem z wyki siewnej nie stwierdzono istotnych różnic w odniesieniu do tej cechy. Udowodniono statystycznie również współdziałanie sposobu uprawy roli i dawki azotu. Dawka N1 na poletkach z uprawą tradycyjną wpłynęła niekorzystnie na badaną cechę, w porównaniu do poletek, na których zastosowano dawkę N2. Tymczasem w obiektach z uprawą pasową nie stwierdzono wpływu dawki azotu na wartość wskaźnika SPAD w tym terminie.

W roku 2019 nie udowodniono wpływu badanych czynników i interakcji pomiędzy nimi na wartość wskaźnika zieloności liści buraka cukrowego. Z tego powodu przedstawiono jedynie średnie za poszczególne lata 3-letniego doświadczenia polowego, wraz z odchyleniem standardowym (rys. 40).

Analiza statystyczna z trzech lat badań polowych wykazała, że tylko dawki azotu nie wywarły wpływu na wartość wskaźnika SPAD. Zielony nawóz z wyką siewną, wywarł korzystny wpływ na wskaźnik zieloności liści w porównaniu z kontrolą (bez międzyplonu). Na poletkach po międzyplonie z grochem siewnym nie stwierdzono istotnego wpływu na opisywaną wielkość. Uprawa pasowa w całym okresie wywarła dodatni wpływ na wartość wskaźnika SPAD w porównaniu do poletek z uprawą tradycyjną. Ponadto stwierdzono interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i dawką azotu. Zastosowanie dawki N1, przyczyniło się do zmniejszenia wartości wskaźnika SPAD na stanowiskach z tradycyjną uprawą płuzną, w porównaniu z obiektami, gdzie zastosowano uprawę pasową. Na poletkach z dawką N2 nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy na kształtowanie tego wskaźnika.

Odnotowano też interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na obiektach z grochem siewnym i wyką siewną wskaźnik zieloności liści roślin, był istotnie niższy po zastosowaniu uprawy tradycyjnej, w porównaniu z obiektami z uprawą pasową. Natomiast na obiektach kontrolnych, technologia uprawy nie wywarła istotnego wpływu na wskaźnik SPAD. Ponadto stwierdzono interakcję między międzyplonami i dawką azotu. Dawka N2 na poletkach z zielonym nawozem z wyki siewnej i w kontroli (bez międzyplonu), wpłynęła korzystnie na badaną cechę, w porównaniu z N1. Tymczasem na poletkach z zielonym nawozem z grochu siewnego, dawka nawozu azotowego nie wywarła istotnego wpływu na tę cechę.



Rys. 41. Wskaźnik SPAD w fazie 16. par liści właściwych buraka cukrowego (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 39. Wskaźnik SPAD w fazie 16. par liści właściwych buraka cukrowego

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	745,750	680,000	728,500	718,083
	N2	715,250	691,000	769,000	725,083
	średnie	730,500	685,500	748,750	721,583
tradycyjna	N1	624,000	603,250	645,250	624,167
	N2	694,750	694,000	708,250	699,000
	średnie	659,375	648,625	676,750	661,583
średnia	N1	684,875	641,625	686,875	671,125
	N2	705,000	692,500	738,625	712,042
	średnie	694,938	667,063	712,750	691,583

cd. tabeli 39

Czynniki: I – n.i.*; II – 24,446; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 73,119; II w I – 34,572; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	691,250	695,000	704,250	696,833
	N2	630,500	670,000	564,000	621,500
	średnie	660,875	682,500	634,125	659,167
tradycyjna	N1	677,250	672,250	676,250	675,250
	N2	631,500	641,250	749,500	674,083
	średnie	654,375	656,750	712,875	674,667
średnia	N1	684,250	683,625	690,250	686,042
	N2	631,000	655,625	656,750	647,792
	średnie	657,625	669,625	673,500	666,917
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 72,362; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	898,000	813,250	826,250	845,833
	N2	771,250	830,250	806,250	802,583
	średnie	834,625	821,750	816,250	824,208
tradycyjna	N1	754,000	767,000	697,500	739,500
	N2	768,750	751,250	752,250	757,417
	średnie	761,375	759,125	724,875	748,458
średnia	N1	826,000	790,125	761,875	792,667
	N2	770,000	790,750	779,250	780,000
	średnie	798,000	790,438	770,563	786,333
Czynniki: I – 38,779; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 66,532; II w I – n.i.; I w III – 79,014; III w I – n.i. II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	778,333	729,417	753,000	753,583
	N2	705,667	730,417	713,083	716,389
	średnie	742,000	729,917	733,042	734,986
tradycyjna	N1	685,083	680,833	673,000	679,639
	N2	698,333	695,500	736,667	710,167
	średnie	691,708	688,167	704,833	694,903
średnia	N1	731,708	705,125	713,000	716,611
	N2	702,000	712,958	724,875	713,278
	średnie	716,854	709,042	718,938	714,944
Czynniki: I – 29,841; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 40,353; II w I – n.i.; I w III – 38,586; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Wskaźnik SPAD w fazie rozwoju 16. par liści właściwych, różnił się pomiędzy poszczególnymi okresami, jednak wartości te były relatywnie zbliżone do siebie w dwóch pierwszych latach badań. Najwyższe wyniki otrzymano w 2019 roku, w którym wskaźnik SPAD wyniósł blisko 800 jednostek (rys. 41).

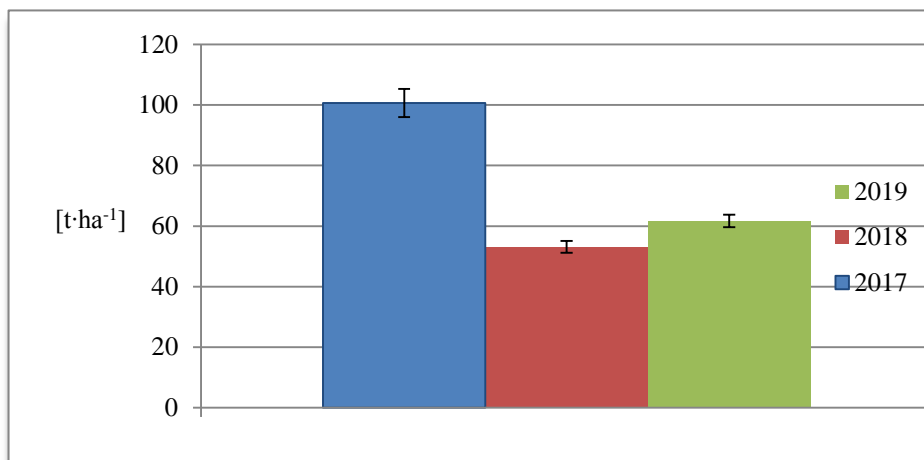
W roku 2017, wskaźnik SPAD był kształtowany przez dawki azotu. Dawka N2 wywarła dodatni wpływ na wskaźnik zieloności liści w porównaniu do dawki N1. Ponadto wykazano współdziałanie sposobu uprawy roli i dawek azotu. Po zastosowaniu dawki N1, wskaźnik zieloności liści rośliny, na obiektach z tradycyjną uprawą płużną, był istotnie niższy niż po uprawie pasowej. W obiektach z dawką N2 uprawa roli nie wpływała na tę cechę (tabela 39).

W 2018 roku nie wykazano wpływu poszczególnych czynników doświadczenia na wartość wskaźnika SPAD. Stwierdzono jedynie interakcję pomiędzy dawką azotu i technologią uprawy roli. Zastosowanie dawki N2, na poletkach z uprawą pasową spowodowało istotne zmniejszenie wskaźnika zieloności liści buraka cukrowego, w porównaniu z dawką N1. Na pozostałych stanowiskach nie stwierdzono istotnych różnic.

W 2019 roku, wartość wskaźnika SPAD, była zależna od sposobu uprawy roli. Uprawa pasowa wywarła korzystny wpływ na wskaźnik SPAD, w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Udowodniono też współdziałanie technologii uprawy roli i dawek azotu. Dawka N1 na poletkach z uprawą tradycyjną, wywarła niekorzystny wpływ na wartość wskaźnika zieloności liści buraka cukrowego w porównaniu z dawką N2. Na pozostałych obiektach doświadczenia, nie odnotowano istotnych różnic. Wykazano też interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na poletkach kontrolnych (bez międzyplonu) badany wskaźnik, był istotnie wyższy po zastosowaniu uprawy pasowej w porównaniu do tradycyjnej uprawy płużnej. Na pozostałych obiektach doświadczalnych nie stwierdzono istotnych różnic.

Synteza wyników potwierdziła, że jedynie technologia uprawy roli odegrała istotną rolę w kształtowaniu wskaźnika SPAD. Na obiektach z uprawą pasową badany wskaźnik był istotnie wyższy w porównaniu do technologii uprawy tradycyjnej. Wykazano także współdziałanie sposobu uprawy roli i dawek azotu. W obiektach z dawką N1 stwierdzono istotnie wyższe wartości wskaźnika SPAD po zastosowaniu uprawy pasowej niż tradycyjnej. W obiektach z dawką N2 nie stwierdzono wpływu technologii uprawy roli na wartość tego wskaźnika. Stwierdzono też interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i międzyplonami. Na stanowiskach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, badana cecha była istotnie wyższa po zastosowaniu uprawy pasowej w porównaniu z uprawą tradycyjną. Na pozostałych obiektach doświadczalnych nie udowodniono statystycznych różnic w kształtowaniu wskaźnika SPAD.

## 5.4. PLON KORZENI BURAKA CUKROWEGO



Rys. 42. Plon korzeni spichrzowych buraka cukrowego [t·ha<sup>-1</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 40. Plon korzeni spichrzowych buraka cukrowego [t·ha<sup>-1</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	109,875	104,250	100,475	104,867
	N2	107,050	107,825	102,600	105,825
	Średnie	108,463	106,037	101,537	105,346
tradycyjna	N1	96,575	97,450	92,325	95,450
	N2	95,925	100,925	93,075	96,642
	Średnie	96,250	99,188	92,700	96,046
średnia	N1	103,225	100,850	96,400	100,158
	N2	101,488	104,375	97,837	101,233
	Średnie	102,356	102,612	97,119	100,696
NIR <sub>0,05</sub>	Czynniki: I – 7,20; II – n.i.*; III – 2,858 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.				

cd. tabeli 40

Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	75,571	70,197	71,126	72,298
	N2	75,556	72,798	72,645	73,666
	Średnie	75,564	71,497	71,885	72,982
tradycyjna	N1	69,989	72,285	70,898	71,058
	N2	69,304	69,789	71,701	70,265
	Średnie	69,647	71,037	71,300	70,661
średnia	N1	72,780	71,241	71,012	71,678
	N2	72,430	71,293	72,173	72,965
	Średnie	72,605	71,267	71,592	71,822
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 3,039; III w I – 2,303; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Plony korzeni spichrzowych buraka cukrowego były różne w poszczególnych latach badań. Były one bardzo wysokie w 2017 roku oraz niskie w pozostałych latach (rys. 42).

W pierwszym roku badań, przy bardzo korzystnych warunkach wodnych, średni plon korzeni spichrzowych buraka cukrowego wynosił 100,7 t·ha<sup>-1</sup> i był zależny od sposobu uprawy roli i zielonego nawozu z międzyplonu ścierniskowego (tabela 40). Uprawa pasowa wywarła w tym roku pozytywny wpływ na plon korzeni spichrzowych. Uzyskane po jej zastosowaniu plony przekroczyły 105 t·ha<sup>-1</sup> i były istotnie wyższe (aż o 9,69%) niż w technologii tradycyjnej. Międzyplony ścierniskowe również wywarły pozytywny wpływ na plon korzeni spichrzowych buraka cukrowego w porównaniu do stanowisk kontrolnych (bez międzyplonu). Nie wykazano istotnego wpływu dawki azotu na plon korzeni spichrzowych. Nie stwierdzono istotnych interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia w kształtowaniu plonu korzeni w pierwszym roku badań.

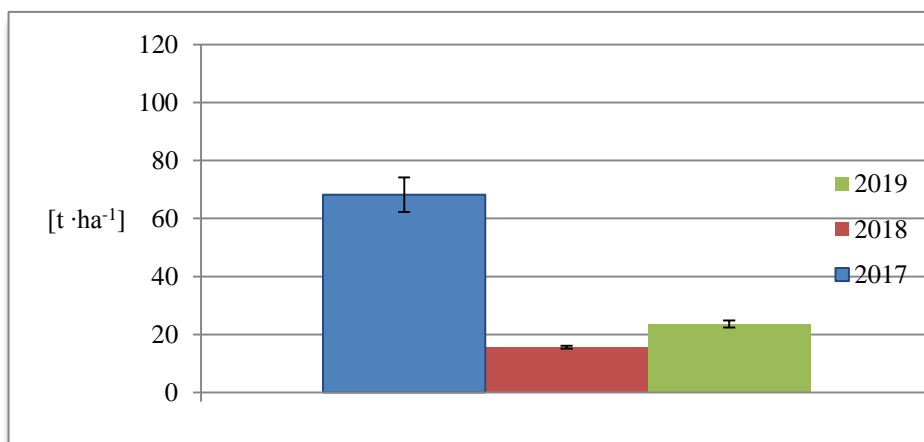
Plon korzeni buraka w dwóch kolejnych latach nie był zależny od technologii uprawy roli, dawki azotu oraz od zastosowania międzyplonów ścierniskowych. Ponadto nie stwierdzono interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami w kształtowaniu plonu korzeni. Z uwagi na brak wpływu czynników badawczych na plon korzeni w tych latach, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 42).

Analiza statystyczna wyników z lat 2017-2019, nie wykazała istotnego wpływu żadnego z czynników na plon korzeni spichrzowych buraka



cukrowego. Wykazano interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na obiektach z grochem siewnym plon korzeni buraka cukrowego był istotnie wyższy po zastosowaniu uprawy pasowej w porównaniu z tradycyjną uprawą płużną. Na obiektach z międzyplonem z wyki siewnej oraz w kontroli (bez międzyplonu) nie stwierdzono istotnych różnic w odniesieniu do tej cechy. Ponadto po zastosowaniu uprawy pasowej międzyplon ścierniskowy w postaci grochu siewnego wywarł korzystny wpływ na plon korzeni. Natomiast w obiektach z uprawą tradycyjną międzyplony ścierniskowe nie wpływały istotnie na plon korzeni. Nie stwierdzono interakcji pomiędzy dawką azotu a technologią uprawy roli oraz pomiędzy dawką azotu a międzyplonem ścierniskowym w kształtowaniu plonu korzeni.

## 5.5. PLON LIŚCI BURAKA CUKROWEGO



Rys. 43. Plon świeżej masy liści buraka cukrowego [t·ha<sup>-1</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 41. Plon świeżej masy liści buraka cukrowego [t·ha<sup>-1</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	68,725	67,875	51,200	62,600
	N2	70,500	71,150	57,175	66,275
	średnie	69,613	69,513	54,188	64,438
tradycyjna	N1	71,675	72,775	66,225	70,225
	N2	77,325	76,025	67,725	73,692
	średnie	74,500	74,400	66,975	71,958
średnia	N1	70,200	70,325	58,712	66,413
	N2	73,912	73,588	62,450	69,983
	średnie	72,056	71,956	60,581	68,198
Czynniki: I – 0,472*; II – 2,105.; III – 2,378 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – 3,495; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	23,075	20,887	22,547	22,170
	N2	23,145	21,867	22,615	22,542
	średnie	23,110	21,377	22,581	22,356
tradycyjna	N1	24,198	25,668	24,395	24,753
	N2	24,130	25,185	25,837	25,051
	średnie	24,164	25,426	25,116	24,902
średnia	N1	23,636	23,277	23,471	23,462
	N2	23,637	23,526	24,226	23,797
	średnie	23,637	23,402	23,849	23,629
Czynniki: I – 1,623; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 1,964; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	35,636	34,626	29,666	33,309
	N2	36,514	36,244	32,166	34,975
	średnie	36,075	35,435	30,916	34,142
tradycyjna	N1	37,093	38,088	35,678	36,953
	N2	38,953	38,386	36,765	38,035
	średnie	38,023	38,237	36,222	37,494
średnia	N1	36,364	36,357	32,672	35,131
	N2	37,734	37,315	34,465	36,505
	średnie	37,049	36,836	33,569	35,818
Czynniki: I – 0,639; II – 1,372; III – 0,594 Interakcje: I w II – 1,491; II w I – n.i.; I w III – 0,830; III w I – 0,841; II w III – 1,423; III w II – 0,841					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Średnie plony liści buraka cukrowego, podobnie jak plony korzeni, były bardzo zróżnicowane w poszczególnych latach badań. Były one bardzo wysokie w 2017 roku (średnio  $68,2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) oraz bardzo niskie w 2018 roku ( $23,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), co stanowiło tylko 34,6% średniego plonu z 2017 roku (rys. 43).

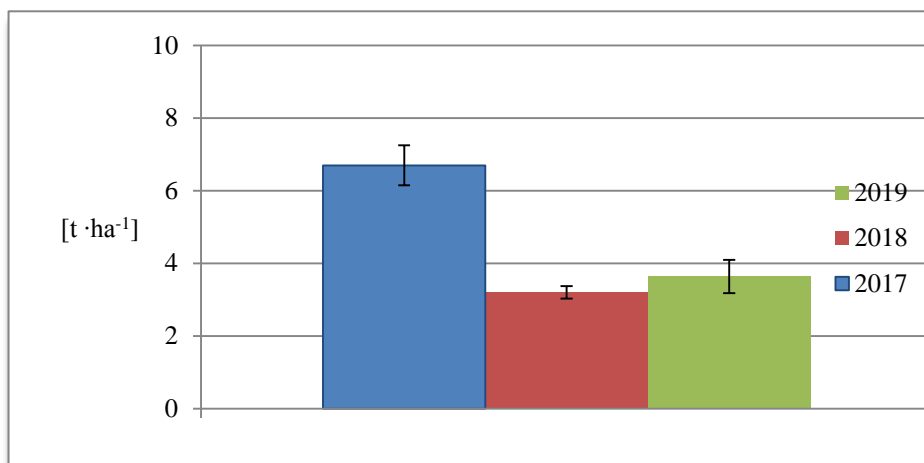
W pierwszym roku badań, przy bardzo korzystnych warunkach wilgotnościowych, średni plon liści, był zależny od wszystkich trzech czynników doświadczenia (tabela 41). Uprawa pasowa przyczyniła się do wytworzenia przez rośliny istotnie niższego plonu liści niż uprawa tradycyjna. Korzystny wpływ uprawy tradycyjnej odnotowano zarówno w obiektach z międzyplonami ścierniskowymi jak i w kontroli (bez międzyplonu) oraz niezależnie od stosowanej dawki azotu. Zwiększenie dawki azotu ze N1 do N2, spowodowało istotne zwiększenie plonu liści w pierwszym roku badań. Korzystny wpływ tego zwiększenia nawożenia azotem wykazano w tym roku niezależnie od sposobu uprawy roli. Wykazano natomiast interakcję pomiędzy dawką azotu i międzyplonem ścierniskowym w kształtowaniu plonu liści w pierwszym roku badań. W obiektach po międzyplonie z grochu siewnego i w kontroli zwiększenie dawki N spowodowało istotne zwiększenie plonu liści, natomiast po międzyplonie z wyki siewnej czynnik ten nie wpływał istotnie na tę cechę.

Plon liści buraka, w 2018 roku, nie był zależny od technologii uprawy roli, dawki azotu oraz od zastosowanych międzyplonów ścierniskowych. Nie stwierdzono też interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami w kształtowaniu tej cechy. Z tego powodu, nie umieszczono wyników z tego roku w tabeli 41.

W 2019 roku, plon liści był zależny tylko od pierwszego czynnika doświadczenia. Uprawa pasowa, podobnie jak w roku 2017, przyczyniła się do wytworzenia istotnie niższego plonu liści w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Ponadto uprawa tradycyjna wpłynęła korzystnie na plon liści buraka cukrowego, niezależnie od zastosowanej dawki azotu. Stwierdzono interakcję między technologią uprawy roli i międzyplonem ścierniskowym w odniesieniu do tej cechy. Na stanowiskach po międzyplonie z wyki siewnej i w obiekcie kontrolnym (bez międzyplonu), tradycyjna uprawa płuzna, przyczyniła się, w sposób istotny, do zwiększenia plonu liści w porównaniu do uprawy pasowej. Po międzyplonie ścierniskowym w postaci grochu siewnego plon liści nie był zależny od sposobu uprawy roli.

Analiza statystyczna z lat 2017-2019, wykazała istotny wpływ każdego z czynników na plon liści buraka cukrowego. Po zastosowaniu uprawy pasowej, plon liści buraka cukrowego, był niższy niż w wariancie z uprawą tradycyjną. Międzyplon ścierniskowy wywarł istotny, dodatni wpływ na plon liści buraka cukrowego. Pozytywny wpływ międzyplonu ścierniskowego na tę cechę stwierdzono zarówno w obiektach z uprawą pasową jak i tradycyjną. Również zastosowanie wyższej dawki azotu N2, spowodowało wytworzenie wyższych plonów, w porównaniu z niższą dawką nawozu azotowego. Stwierdzono współdziałanie uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych w kształtowaniu

plonu liści. Wpływ uprawy roli na plon liści w kontroli (bez międzyplonu) był większy (zwyżka plonu liści około 17,2%) niż po międzyplonach (tylko około 5,4-7,9%). Ponadto wykazano interakcję pomiędzy międzyplonem i dawką azotu, w kształtowaniu tej cechy. Na stanowiskach z międzyplonami ścierniskowymi, dawka N nie wpływała na plon liści, natomiast w kontroli (bez międzyplonu) plon liści po zastosowaniu dawki N2, był istotnie wyższy niż po zastosowaniu dawki N1.



Rys. 44. Plon suchej masy liści buraka cukrowego [t·ha<sup>-1</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 42. Plon suchej masy liści buraka cukrowego [t·ha<sup>-1</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	7,598	7,397	6,095	7,030
	N2	7,498	7,710	6,760	7,323
	średnie	7,548	7,554	6,428	7,176
tradycyjna	N1	6,170	6,293	5,707	6,057
	N2	6,468	6,768	5,980	6,405
	średnie	6,319	6,530	5,844	6,231
średnia	N1	6,884	6,845	5,901	6,543
	N2	6,982	7,239	6,370	6,864
	średnie	6,933	7,042	6,136	6,704
Czynniki: I – 0,371*; II – 0,312; III – 0,469					
Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub>					

cd. tabeli 42

2019					
pasowa	N1**	3,603	2,978	3,025	3,202
	N2	3,505	3,110	2,683	3,099
	średnie	3,554	3,044	2,854	3,150
tradycyjna	N1	3,792	4,210	3,918	3,973
	N2	3,967	4,265	4,623	4,285
	średnie	3,880	4,238	4,270	4,129
średnia	N1	3,697	3,594	3,471	3,588
	N2	3,736	3,688	3,653	3,692
	średnie	3,717	3,641	3,562	3,640
Czynniki: I – 0,126; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,368; III w I – 0,537; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	4,696	4,500	4,174	4,457
	N2	4,689	4,675	4,143	4,502
	średnie	4,692	4,588	4,158	4,479
tradycyjna	N1	4,381	4,549	4,299	4,410
	N2	4,512	4,723	4,851	4,695
	średnie	4,446	4,636	4,575	4,552
średnia	N1	4,538	4,525	4,237	4,433
	N2	4,600	4,699	4,497	4,599
	średnie	4,569	4,612	4,367	4,516
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,132					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,186; III w I – 0,187; II w III – n.i.; III w II – 0,187					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Plony suchej masy liści buraka cukrowego, były zróżnicowane w poszczególnych latach badań. Były one bardzo wysokie w 2017 roku oraz niskie w pozostałych latach badań (rys. 44).

W 2017 roku, plon suchej masy liści, był zależny od wszystkich trzech czynników doświadczenia polowego (tabela 42). Uprawa pasowa umożliwiła wytworzenie przez rośliny istotnie wyższego plonu suchej masy liści niż uprawa tradycyjna. Międzyplon ścierniskowy wywarł istotny, dodatni wpływ na tę cechę. Zastosowanie niższej dawki azotu N1, było przyczyną wytworzenia istotnie niższych plonów, w porównaniu z dawką N2.

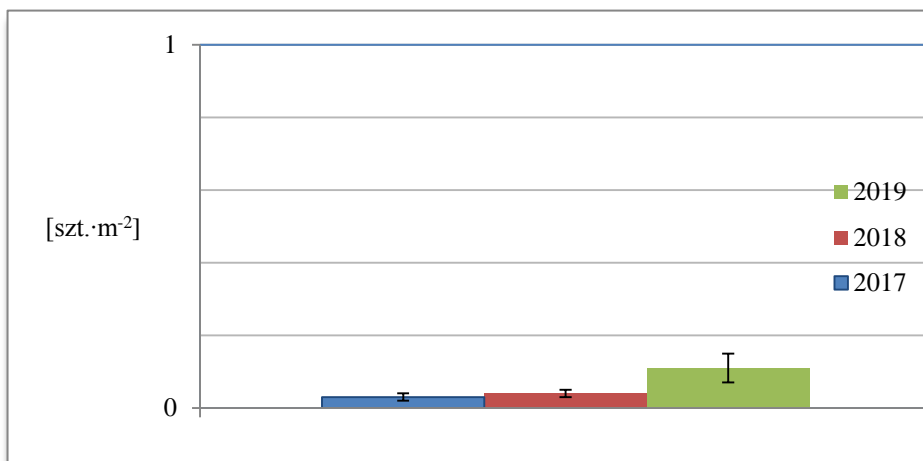
Plon suchej masy liści buraka cukrowego w 2018 roku, nie był zależny od technologii uprawy roli, dawki azotu oraz od międzyplonów ścierniskowych. Nie stwierdzono też interakcji pomiędzy czynnikami badawczymi.

W 2019 roku, plon liści był zależny tylko od pierwszego czynnika doświadczenia. Uprawa pasowa, przyczyniła się do wytworzenia istotnie niższych plonów suchej masy liści niż uprawa tradycyjna. Stwierdzono

współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych w kształtowaniu tej cechy. Na obiektach z uprawą pasową, wartości opisywanej cechy, były istotnie wyższe po grochu siewnym niż w kontroli (bez międzyplonu). Tymczasem na obiektach z uprawą tradycyjną, plon suchej masy liści nie był istotnie zależny od międzyplonu ścierniskowego.

Synteza wyników z trzech lat badań wykazała istotny wpływ międzyplonów ścierniskowych na plon suchej masy liści. Po zastosowaniu międzyplonu z grochu siewnego i wyki siewnej, był on istotnie wyższy niż na poletkach kontrolnych (bez międzyplonu). Nie stwierdzono natomiast istotnego wpływu technologii uprawy roli i dawki azotu na tę cechę. Stwierdzono współdziałanie uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych w kształtowaniu plonu suchej masy liści buraka cukrowego. Na obiektach z uprawą pasową wartość badanej cechy, była istotnie wyższa na poletkach z grochem siewnym i wyką siewną niż w kontroli (bez międzyplonu). Na obiektach z uprawą tradycyjną badany parametr nie był zależny od zielonego nawozu z międzyplonu ścierniskowego. Ponadto udowodniono statystycznie interakcję pomiędzy międzyplonem i dawką azotu, w kształtowaniu badanej cechy. Na stanowiskach z międzyplonami ścierniskowymi, dawka N nie wpływała na plon suchej masy liści, natomiast w kontroli był on po zastosowaniu dawki N1 istotnie niższy niż po zastosowaniu nawożenia dawką N2.

## 5.6. LICZBA KORZENI SPICHRZOWYCH BURAKA CUKROWEGO



Rys. 45. Liczba małych (grubość < 4cm) korzeni spichrzowych [szt.·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 43. Liczba małych (grubość < 4cm) korzeni spichrzowych [szt.·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	0,000	0,000	0,018	0,006
	N2	0,018	0,018	0,018	0,018
	średnie	0,009	0,009	0,018	0,012
tradycyjna	N1	0,035	0,033	0,035	0,034
	N2	0,068	0,050	0,018	0,045
	średnie	0,051	0,041	0,026	0,040
średnia	N1	0,018	0,016	0,026	0,020
	N2	0,043	0,034	0,018	0,031
	średnie	0,030	0,025	0,022	0,026
Czynniki: I – 0,025; II – n.i.*; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – 0,060.; III w II – n.i.					

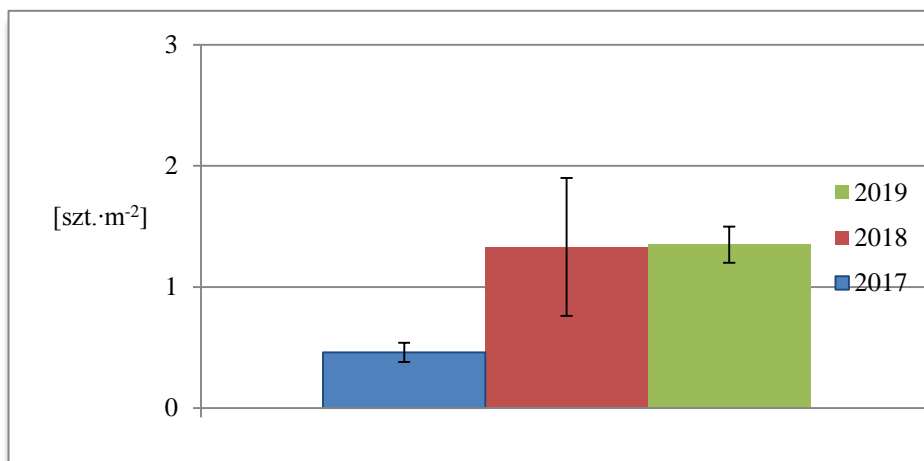
\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Liczba małych korzeni spichrzowych buraka cukrowego, kształtowała się na zbliżonym poziomie w 2017 i 2018 roku. W ostatnim roku natomiast średnie wartości tego parametru były około 3-krotnie większe od pozostałych lat badań (rys. 45).

W 2017 roku, liczba korzeni małych była zależna od technologii uprawy roli (tabela 43). W obiektach z uprawą pasową była ona istotnie niższa niż w uprawie tradycyjnej. Ponadto stwierdzono współdziałanie dawki azotu i międzyplonów w odniesieniu do tej cechy. Na poletkach z międzyplonem z grochu siewnego i wyki siewnej, stwierdzono istotne zwiększenie liczby małych korzeni spichrzowych w wyniku zwiększenia dawki N. W obiekcie kontrolnym zwiększenie dawki azotu skutkowało zmniejszeniem liczby korzeni małych.

W latach 2018 i 2019, jak również średnio dla całego okresu badań, nie wykazano wpływu poszczególnych czynników na badaną cechę. Nie wykazano również istotnych interakcji pomiędzy badanymi czynnikami w odniesieniu do liczby małych korzeni.



Rys. 46. Liczba średnich (grubość 4-8cm) korzeni spichrzowych [szt.·m<sup>2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 44. Liczba średnich (grubość 4-8cm) korzeni spichrzowych [szt.·m<sup>2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	0,460	0,445	0,298	0,401
	N2	0,448	0,400	0,33	0,393
	średnie	0,454	0,422	0,314	0,397
tradycyjna	N1	0,647	0,545	0,563	0,585
	N2	0,630	0,348	0,413	0,463
	średnie	0,639	0,446	0,488	0,524
średnia	N1	0,554	0,495	0,430	0,493
	N2	0,539	0,374	0,371	0,428
	średnie	0,546	0,434	0,401	0,460
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 0,176; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	0,692	0,875	0,777	0,782
	N2	0,413	0,698	0,545	0,552
	średnie	0,552	0,786	0,661	0,667
tradycyjna	N1	1,868	2,098	1,968	1,978
	N2	2,065	2,085	1,82	1,99
	średnie	1,966	2,091	1,894	1,984
średnia	N1	1,280	1,486	1,373	1,38
	N2	1,239	1,391	1,183	1,271
	średnie	1,259	1,439	1,278	1,325



cd. tabeli 44

Czynniki: I – 0,395; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i. III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	1,458	0,927	1,522	1,302
	N2	1,622	0,993	1,288	1,301
	średnie	1,540	0,960	1,405	1,302
tradycyjna	N1	1,042	1,275	1,075	1,131
	N2	1,688	1,653	1,703	1,681
	średnie	1,365	1,464	1,389	1,406
średnia	N1	1,250	1,101	1,299	1,217
	N2	1,655	1,323	1,495	1,491
	średnie	1,453	1,212	1,397	1,354
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,461; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	0,870	0,749	0,866	0,828
	N2	0,828	0,697	0,721	0,749
	średnie	0,849	0,723	0,793	0,788
tradycyjna	N1	1,186	1,306	1,202	1,231
	N2	1,461	1,362	1,312	1,378
	średnie	1,323	1,334	1,257	1,305
średnia	N1	1,028	1,027	1,034	1,03
	N2	1,144	1,03	1,017	1,063
	średnie	1,086	1,028	1,025	1,047
Czynniki: I – 0,366; II – n.i., III – n.i. Interakcje: I w II – 0,440; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Rysunek 46, przedstawia liczbę średnich korzeni spichrzowych, o grubości 4-8 cm. Najwyższe wartości tej cechy, odnotowano w 2018 i 2019 roku. W tych latach, wartości te kształtowały się niemal na identycznym poziomie i były blisko 3-krotnie większe od liczby korzeni spichrzowych zaliczanych do tej frakcji w 2017 roku.

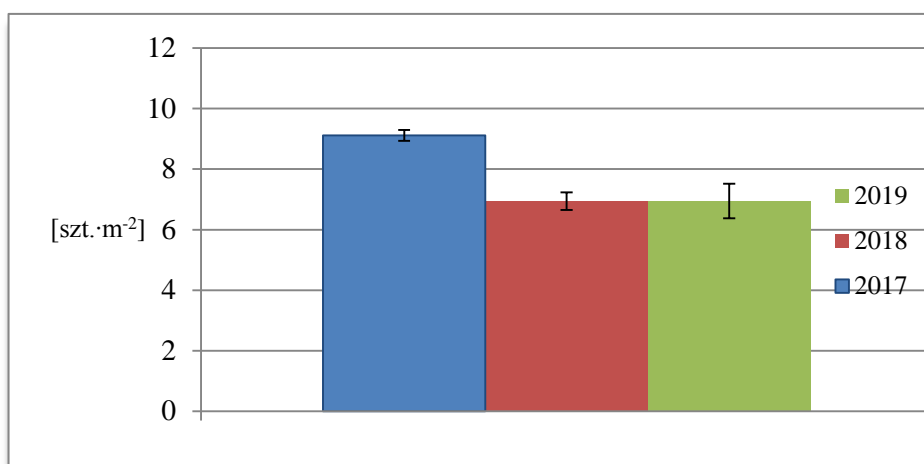
Liczba średnich korzeni spichrzowych w pierwszym roku badań, nie była zależna od sposobu uprawy roli, międzyplonów ścierniskowych i dawki azotu (tabela 44). Stwierdzono jedynie istotną interakcję pomiędzy pierwszym i drugim czynnikiem doświadczenia w kształtowaniu liczby korzeni spichrzowych o grubości 4-8 cm. Liczba ta po zastosowaniu dawki N1, była w obiekcie z uprawą tradycyjną istotnie wyższa niż w uprawie pasowej. W warunkach nawożenia buraka cukrowego azotem w dawce N2, sposób

uprawy roli nie wpływał istotnie na tę cechę. Nie stwierdzono innego istotnego współdziałania badanych czynników w kształtowaniu liczby korzeni spichrzowych tej frakcji.

W 2018 roku stwierdzono jedynie wpływ sposobu uprawy roli na liczbę średnich korzeni spichrzowych buraka cukrowego. Uprawa pasowa, wywarła niekorzystny wpływ na tę cechę, w porównaniu do uprawy tradycyjnej, w której liczba średnich korzeni spichrzowych, była istotnie wyższa. Nie stwierdzono żadnej istotnej interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia w odniesieniu do tej cechy.

W 2019 roku liczba średnich korzeni spichrzowych, nie była zależna od czynników doświadczenia polowego. Stwierdzono jednak współdziałanie międzyplonów i sposobu uprawy roli w kształtowaniu tej cechy. Po zastosowaniu uprawy pasowej, na obiektach z zielonym nawozem z wyki siewnej, stwierdzono istotnie niższą liczbę korzeni niż na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego. Na stanowiskach z tradycyjną uprawą płużną, międzyplony ścierniskowe, nie przyczyniły się do modyfikacji omawianej cechy. Nie odnotowano innych interakcji.

Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki analizy statystycznej z całego okresu badań stwierdzono, że jedynie technologia uprawy roli wpływała istotnie na omawianą cechę. Uprawa pasowa, wywarła niekorzystny wpływ na tę cechę, w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Stwierdzono także interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i dawką azotu. W obiekcie z dawką N2 uprawa pasowa skutkowała uzyskaniem mniejszej liczby korzeni średnich niż z uprawy tradycyjnej. Na obiektach z dawką N1 technologia uprawy nie wpłynęła istotnie na tę cechę.



Rys. 47. Liczba dużych (grubość > 8cm) korzeni spichrzowych [szt.·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 45. Liczba dużych (grubość > 8cm) korzeni spichrzowych [szt.·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	9,587	9,305	8,837	9,243
	N2	9,120	8,627	8,607	8,785
	średnie	9,354	8,966	8,723	9,014
tradycyjna	N1	9,025	9,570	9,205	9,267
	N2	9,108	9,105	9,305	9,173
	średnie	9,066	9,338	9,255	9,220
średnia	N1	9,306	9,438	9,021	9,255
	N2	9,114	8,866	8,956	8,979
	średnie	9,210	9,152	8,989	9,117
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 0,403; I w III – n.i.; III w I – 0,547; II w III – 0,534; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	6,978	7,690	7,143	7,270
	N2	6,960	6,695	7,277	6,977
	średnie	6,969	7,192	7,210	7,124
tradycyjna	N1	6,563	7,192	7,010	6,922
	N2	5,853	6,963	6,995	6,603
	średnie	6,207	7,078	7,002	6,762
Średnia	N1	6,77	7,441	7,076	7,096
	N2	6,406	6,829	7,136	6,790
	średnie	6,588	7,135	7,106	6,943
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,447 NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,631; III w I – 0,632; II w III – n.i.; III w II – 0,632					
2019					
pasowa	N1**	6,250	6,085	6,202	6,179
	N2	6,712	6,268	6,498	6,492
	średnie	6,481	6,176	6,350	6,336
tradycyjna	N1	7,885	7,425	7,705	7,672
	N2	6,268	7,803	8,252	7,441
	średnie	7,076	7,614	7,979	7,556
średnia	N1	7,067	6,755	6,954	6,925
	N2	6,490	7,035	7,375	6,967
	średnie	6,779	6,895	7,164	6,946
Czynniki: I – 0,798; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 1,018; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

cd. tabeli 45

Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	7,605	7,693	7,394	7,564
	N2	7,597	7,197	7,461	7,418
	średnie	7,601	7,445	7,427	7,491
tradycyjna	N1	7,824	8,062	7,973	7,953
	N2	7,076	7,957	8,184	7,739
	średnie	7,450	8,010	8,079	7,846
średnia	N1	7,715	7,878	7,684	7,759
	N2	7,337	7,577	7,822	7,579
	średnie	7,526	7,727	7,753	7,669
Czynniki: I – 0,322; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub>	Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,434; III w I – 0,451; II w III – n.i.; III w II – 0,451				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Liczba dużych korzeni spichrzowych była największa w 2017 roku, a w 2018 i 2019 roku kształtowała się praktycznie na identycznym poziomie i stanowiła 76,1% liczby dużych korzeni z 2017 roku (rys. 47).

Liczba dużych korzeni spichrzowych w 2017 roku, nie była modyfikowana przez poszczególne czynniki doświadczenia polowego (tabela 45). Jednakże stwierdzono istotną interakcję pomiędzy dawką azotu i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową, liczba korzeni po zaaplikowaniu dawki N2, była istotnie niższa niż po dawce N1. Natomiast na poletkach z uprawą tradycyjną, dawka azotu nie wpływała w sposób istotny na tę cechę. Stwierdzono też interakcję pomiędzy międzyplonem a technologią uprawy roli w odniesieniu do liczby korzeni dużych. Po zastosowaniu uprawy pasowej, na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu), stwierdzono istotnie mniejszą liczbę dużych korzeni spichrzowych, w porównaniu do obiektów po międzyplonie z grochu siewnego. Natomiast na stanowiskach z uprawą tradycyjną, międzyplony ścierniskowe nie wpływały istotnie na liczbę dużych korzeni spichrzowych. Ponadto stwierdzono współdziałanie dawek azotu i zielonego nawozu z międzyplonów w kształtowaniu tej cechy. W obiektach po wyce siewnej, zwiększenie dawki N spowodowało istotne zmniejszenie wartości tej cechy, natomiast po międzyplonie z grochu siewnego i w kontroli (bez międzyplonu), czynnik ten nie wpływał istotnie na tę cechę.

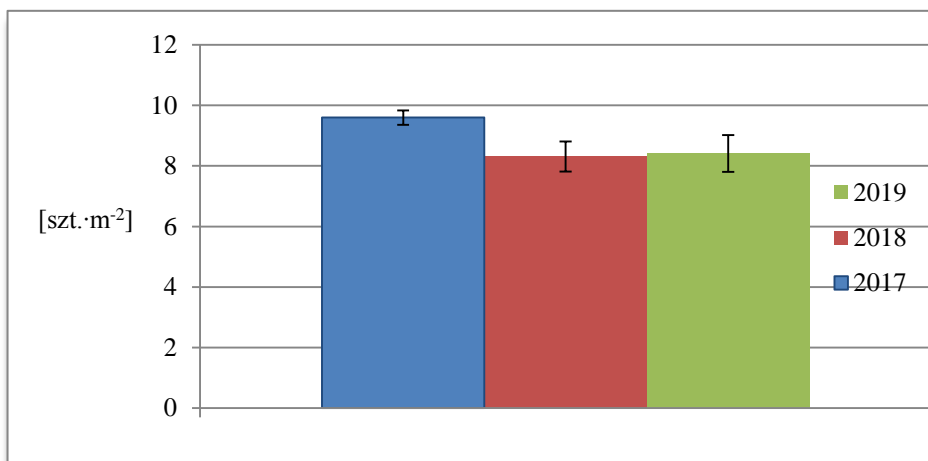
W 2018 roku, ogólna liczba dużych korzeni spichrzowych, była zależna tylko od międzyplonów ścierniskowych. Na obiekcie z grochem siewnym, wartość opisywanej cechy była istotnie niższa niż po wyce siewnej i na obiekcie kontrolnym (bez międzyplonu). Stwierdzono interakcję między technologią uprawy roli i międzyplonem ścierniskowym w odniesieniu do tej cechy. Na stanowiskach po międzyplonie z grochu siewnego, tradycyjna uprawa

płużna, przyczyniła się, w sposób istotny, do zmniejszenia liczby dużych korzeni spichrzowych buraka cukrowego, w porównaniu do uprawy pasowej. Po międzyplonie ścierniskowym w postaci wyki siewnej i w kontroli, liczba korzeni, nie była zależna od technologii uprawy roli.

W 2019 roku liczba dużych korzeni spichrzowych, była zależna od technologii uprawy roli. Uprawa pasowa, wywarła niekorzystny wpływ na tę cechę. Uzyskana po jej zastosowaniu liczba korzeni dużych była istotnie niższa w porównaniu z tradycyjną uprawą płużną. Stwierdzono interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonem w odniesieniu do tej cechy. Na stanowiskach po międzyplonie z wyki siewnej i w obiekcie kontrolnym (bez międzyplonu), uprawa pasowa, przyczyniła się, w sposób istotny, do zmniejszenia liczby korzeni w porównaniu do tradycyjnej uprawy płużnej. Po międzyplonie ścierniskowym, w postaci grochu siewnego, liczba korzeni spichrzowych, nie była zależna od sposobu uprawy roli.

Synteza z trzech lat badań polowych wykazała zależność liczby korzeni buraka cukrowego od sposobu uprawy roli. Uprawa pasowa wywarła ujemny wpływ na opisywaną cechę, w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Wykazano interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i międzyplonem. Po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płużnej, na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego, stwierdzono istotnie niższą liczbę korzeni w porównaniu z obiektami z międzyplonu z wyki siewnej i w kontroli. Na poletkach z uprawą pasową, międzyplony ścierniskowe, nie modyfikowały omawianej cechy.

Po międzyplonie z grochu siewnego nie stwierdzono istotnego wpływu uprawy pasowej na liczbę korzeni buraka cukrowego, natomiast na obiektach z międzyplonami z wyki siewnej i w kontroli, technologia ta wpływała ujemnie na liczbę dużych korzeni spichrzowych. Ponadto wykazano współdziałanie międzyplonu i dawki azotu. Na poletkach z międzyplonem z grochu siewnego, dawka N<sub>2</sub>, wywarła niekorzystny wpływ na liczbę korzeni spichrzowych. Na pozostałych obiektach, nie stwierdzono istotnego wpływu dawki azotu na liczbę dużych korzeni spichrzowych.



Rys. 48. Liczba korzeni spichrzowych ogółem [szt·m<sup>-2</sup>] (wasy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 46. Liczba korzeni spichrzowych ogółem [szt·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	10,047	9,750	9,152	9,650
	N2	9,585	9,045	8,955	9,195
	średnie	9,816	9,398	9,054	9,422
tradycyjna	N1	9,707	10,148	9,803	9,886
	N2	9,805	9,503	9,735	9,681
	średnie	9,756	9,825	9,769	9,783
średnia	N1	9,877	9,949	9,477	9,768
	N2	9,695	9,274	9,345	9,438
	średnie	9,786	9,611	9,411	9,603
Czynniki: I – 0,260; II – n.i.*; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 0,409; II w I – n.i.; I w III – 0,501; III w I – 0,706; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	7,752	8,582	7,987	8,108
	N2	7,390	7,425	7,840	7,552
	średnie	7,571	8,004	7,914	7,830
tradycyjna	N1	8,463	9,325	9,045	8,944
	N2	7,985	9,115	8,833	8,644
	średnie	8,224	9,220	8,939	8,794
średnia	N1	8,107	8,954	8,516	8,526
	N2	7,688	8,27	8,336	8,098
	średnie	7,897	8,612	8,426	8,312

cd. tabeli 46

Czynniki: I – 0,408; II – 0,322; III – 0,501 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 0,455; I w III – n.i. III w I – 0,709; II w III – 0,667; III w II – 0,709					
2019					
pasowa	N1**	7,840	7,127	7,925	7,631
	N2	8,502	7,393	7,935	7,943
	średnie	8,171	7,260	7,930	7,787
tradycyjna	N1	8,945	8,717	8,880	8,848
	N2	8,120	9,540	10,038	9,233
	średnie	8,533	9,129	9,459	9,040
średnia	N1	8,393	7,922	8,402	8,239
	N2	8,311	8,466	8,986	8,588
	średnie	8,352	8,194	8,694	8,414
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – 1,273; II w I – n.i.; I w III – 1,352; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	8,546	8,486	8,355	8,462
	N2	8,492	7,954	8,243	8,230
	średnie	8,519	8,220	8,299	8,346
tradycyjna	N1	9,038	9,397	9,243	9,226
	N2	8,637	9,386	9,535	9,186
	średnie	8,837	9,391	9,389	9,206
średnia	N1	8,792	8,941	8,799	8,844
	N2	8,564	8,670	8,889	8,708
	średnie	8,678	8,806	8,844	8,776
Czynniki: I – 0,421; II – n.i., III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – 0,402; III w I – 0,246; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Ogólna liczba korzeni spichrzowych, była największa w 2017 roku, natomiast w 2018 i 2019 roku, cecha ta kształtowała się na podobnym poziomie. Liczba korzeni w 2018 roku, była o 13,5% niższa w porównaniu do roku 2017, natomiast wartość tej cechy w 2019 roku była o 8% niższa w stosunku do 2017 roku (rys. 48).

Liczba korzeni spichrzowych w pierwszym roku badań, była zależna od sposobu uprawy roli (tabela 46). Uprawa pasowa wywarła w tym roku niekorzystny wpływ na ogólną liczbę korzeni spichrzowych buraka cukrowego. Uzyskana po jej zastosowaniu liczba korzeni spichrzowych była istotnie niższa (o blisko 3,7%) niż w uprawie tradycyjnej. Nie wykazano istotnego wpływu dawki azotu oraz zielonego nawozu z międzyplonów na tę cechę. Stwierdzono istotną interakcję pomiędzy pierwszym i drugim czynnikiem doświadczenia

w kształtowaniu liczby korzeni spichrzowych. Liczba ta, po zastosowaniu dawki N2, była w obiekcie z uprawą tradycyjną istotnie wyższa niż po zastosowaniu uprawy pasowej. W warunkach nawożenia buraka cukrowego azotem w dawce N1, sposób uprawy roli nie wpływał istotnie na tę cechę. Ponadto stwierdzono współdziałanie międzyplonów ścierniskowych i uprawy roli w kształtowaniu tej cechy. Po zastosowaniu uprawy pasowej, na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu), stwierdzono istotnie mniejszą liczbę korzeni niż po międzyplonie ścierniskowym z grochu siewnego. Tymczasem w obiektach z uprawą tradycyjną, międzyplony ścierniskowe nie wpływały istotnie na ogólną liczbę korzeni. Ponadto na obiektach z międzyplonami z grochu siewnego i wyki siewnej, technologia uprawy roli, nie wpływała na opisywaną cechę natomiast w kontroli (bez międzyplonu), liczba korzeni na poletkach z uprawą pasową była istotnie niższa w porównaniu do stwierdzonej po zastosowaniu uprawy tradycyjnej.

W 2018 roku, ogólna liczba korzeni spichrzowych, była zależna od wszystkich trzech czynników doświadczenia. Analogicznie jak rok wcześniej, uprawa pasowa, wywarła niekorzystny wpływ na ten parametr. Zwiększenie dawki azotu z N1 ( $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) do N2 ( $160 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) skutkowało zmniejszeniem ogólnej liczby korzeni spichrzowych buraka cukrowego. Ogólna liczba korzeni była modyfikowana również przez międzyplon ścierniskowy. Po grochu siewnym była ona istotnie mniejsza w porównaniu do obiektu po wyce siewnej i kontroli. Stwierdzono też interakcje pomiędzy czynnikami doświadczenia w kształtowaniu liczby korzeni. W obiektach z uprawą pasową zwiększenie dawki N, spowodowało istotne zmniejszenie liczby korzeni, natomiast po zastosowaniu uprawy tradycyjnej, czynnik ten nie wpływał w sposób istotny na tę cechę. Stwierdzono też współdziałanie międzyplonów i dawek azotu. W obiektach z dawką N1, na poletkach z grochem siewnym, liczba korzeni spichrzowych, była istotnie niższa niż po wyce siewnej. W warunkach nawożenia buraka cukrowego azotem w dawce N2, zielony nawóz z międzyplonu, nie wpływał istotnie na tę cechę. Ponadto udowodniono interakcję pomiędzy międzyplonem ścierniskowym i technologią uprawy w kształtowaniu plonu korzeni w tym roku badań. W obiektach, w których zastosowano tradycyjną uprawę płużną, stwierdzono istotnie niższe wartości opisywanej cechy w obiektach z grochem siewnym niż po wyce siewnej i w kontroli. W obiektach z uprawą pasową, międzyplon ścierniskowy nie miał istotnego wpływu na tę cechę.

W roku 2019, ogólna liczba korzeni spichrzowych, nie była zależna od czynników doświadczenia polowego. Stwierdzono natomiast interakcję w odniesieniu do tej cechy pomiędzy technologią uprawy roli i dawką azotu. Ogólna liczba korzeni po zastosowaniu dawki N2, była w obiekcie z uprawą pasową istotnie niższa niż po zastosowaniu uprawy tradycyjnej. W warunkach nawożenia buraka cukrowego azotem w dawce N1, sposób uprawy roli nie wpływał istotnie na tę cechę. Ponadto stwierdzono interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami. Na obiektach po międzyplonie

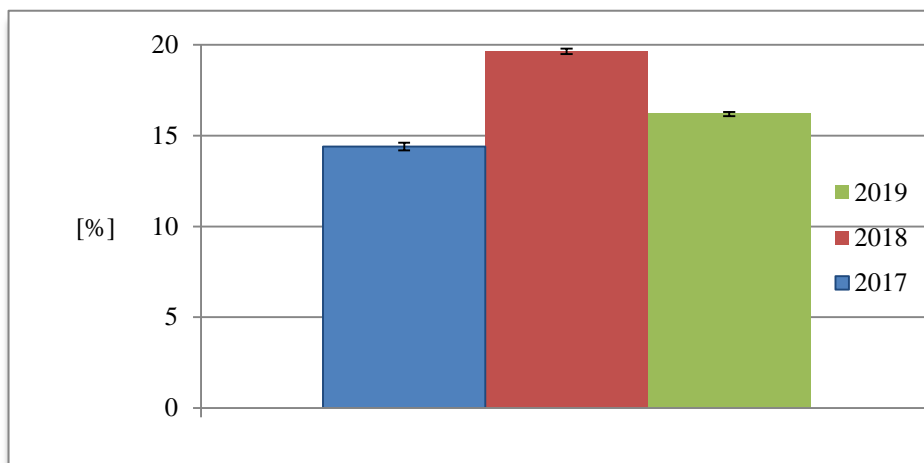


z wyki siewnej i w obiekcie kontrolnym (bez międzyplonu), uprawa pasowa, przyczyniła się, w sposób istotny, do zmniejszenia liczby korzeni spichrzowych w porównaniu do tradycyjnej uprawy płużnej. Po międzyplonie ścierniskowym, w postaci grochu siewnego, liczba korzeni spichrzowych, nie była zależna od sposobu uprawy roli.

W syntezie badań polowych stwierdzono, że ogólna liczba korzeni buraka cukrowego, była zależna od sposobu uprawy roli. Uprawa pasowa przyczyniła się do zmniejszenia wartości tej cechy, w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Wykazano interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami w kształtowaniu liczby korzeni spichrzowych. Na obiektach po międzyplonie z wyki siewnej i w obiekcie kontrolnym (bez międzyplonu), uprawa pasowa, przyczyniła się, w sposób istotny, do zmniejszenia liczby korzeni w porównaniu do tradycyjnej uprawy płużnej. Po międzyplonie ścierniskowym, w postaci grochu siewnego, liczba korzeni spichrzowych, nie była zależna od technologii uprawy roli. Ponadto w obiektach z uprawą tradycyjną stwierdzono istotnie niższą liczbę korzeni po międzyplonie z grochu siewnego niż po wyce siewnej i w kontroli. W obiektach z uprawą pasową międzyplony nie wywarły istotnego wpływu na tę cechę.

## 5.7. CECHY JAKOŚCIOWE KORZENI BURAKA CUKROWEGO

### 5.7.1. Zawartość sacharozy w korzeniach spichrzowych



Rys. 49. Zawartość sacharozy w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego [%] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 47. Zawartość sacharozy w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego [%]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	14,713	16,698	14,568	14,659
	N2	14,600	14,655	14,632	14,629
	Średnie	14,656	14,676	14,600	14,644
tradycyjna	N1	14,025	14,180	14,280	14,162
	N2	14,120	14,172	14,098	14,130
	Średnie	14,072	14,176	14,189	14,146
średnia	N1	14,369	14,439	14,424	14,410
	N2	14,360	14,414	14,365	14,380
	Średnie	14,364	14,426	14,394	14,395
Czynniki: I – 0,225; II – n.i.*; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	19,212	19,813	19,795	19,607
	N2	19,660	19,915	20,000	19,858
	Średnie	19,436	19,864	19,898	19,732
tradycyjna	N1	19,527	19,227	19,450	19,402
	N2	19,410	19,925	19,668	19,667
	Średnie	19,469	19,576	19,559	19,535
średnia	N1	19,370	19,520	19,622	19,504
	N2	19,535	19,920	19,834	19,763
	średnie	19,452	19,720	19,728	19,634
Czynniki: I – n.i.; II – n.i., III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,419.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2019					
pasowa	N1**	16,458	16,363	16,430	16,417
	N2	16,290	16,005	16,140	16,145
	średnie	16,374	16,184	16,285	16,281
tradycyjna	N1	16,170	16,373	15,883	16,142
	N2	16,105	15,873	16,005	15,994
	średnie	16,138	16,123	15,944	16,068
średnia	N1	16,314	16,367	16,156	16,279
	N2	16,197	15,939	16,072	16,070
	średnie	16,256	16,153	16,114	16,174
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – 0,352; III w II – n.i.					

cd. tabeli 47

Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	16,794	16,958	16,931	16,894
	N2	16,850	16,858	16,924	16,877
	średnie	16,822	16,908	16,928	16,886
tradycyjna	N1	16,574	16,593	16,538	16,568
	N2	16,545	16,657	16,590	16,597
	średnie	16,559	16,625	16,564	16,583
średnia	N1	16,684	16,776	16,734	16,731
	N2	16,697	16,758	16,757	16,737
	średnie	16,691	16,767	16,746	16,734
Czynniki: I – 0,270; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Zawartość sacharozy w korzeniach buraka cukrowego, była różna w poszczególnych latach badań (rys. 49). Różnica pomiędzy najwyższą zawartością cukru, stwierdzoną w 2018 roku, a najniższą, wykazaną w 2017 roku, wyniosła 5,2 punktów procentowych.

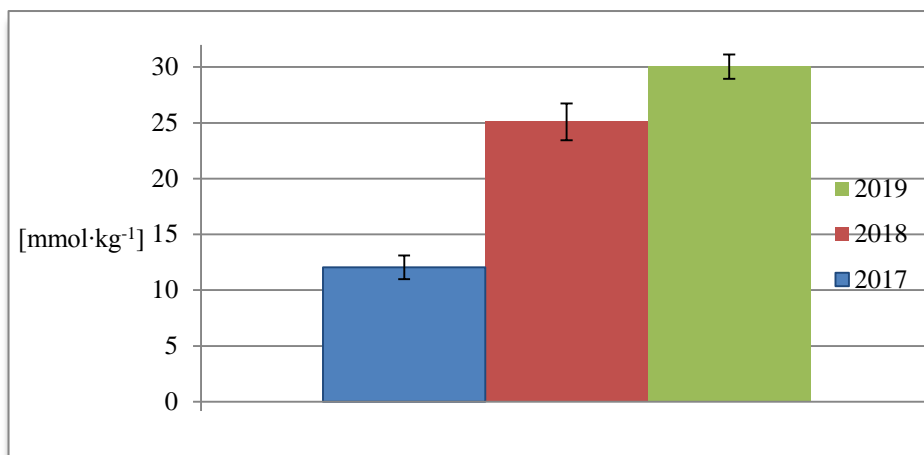
W pierwszym roku badań, przy bardzo korzystnych warunkach wodnych, jednak przy przeciętnych temperaturach powietrza, zawartość cukru w korzeniach buraka wynosiła średnio tylko 14,4% i była zależna jedynie od sposobu uprawy roli (tabela 47). Uprawa pasowa wpłynęła korzystniej w tym roku na zawartość cukru w korzeniach spichrzowych niż uprawa płuzna. Nie stwierdzono istotnych interakcji pomiędzy czynnikami doświadczenia w kształtowaniu tej cechy.

W 2018 roku stwierdzono najwyższą zawartość cukru w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego. Cecha ta nie była zależna jednak od żadnego z czynników doświadczenia polowego. Uzyskane wyniki analizy statystycznej wykazały jedynie interakcję pomiędzy międzyplonem i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową po międzyplonie z grochu siewnego stwierdzono niższą zawartość cukru w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego niż po międzyplonie z wyki siewnej czy w kontroli. Tymczasem w obiektach z uprawą tradycyjną nie stwierdzono wpływu międzyplonu na zawartość cukru.

Zawartość cukru w 2019 roku, podobnie jak w 2018 roku, nie była zależna od żadnego z trzech czynników eksperymentu. Stwierdzono jednak interakcję między dawką azotu i zielonym nawozem z międzyplonów w odniesieniu do tej cechy. Na stanowiskach z międzyplonem ścierniskowym z grochu siewnego i w kontroli, dawka azotu nie wpływała na procentową zawartość cukru w korzeniach, natomiast na poletkach z międzyplonem z wyki siewnej, zawartość cukru, po zastosowaniu dawki N2, była istotnie niższa niż po aplikacji nawozu w dawce N1.

W syntezie stwierdzono istotny wpływ pierwszego czynnika na kształtowanie zawartości cukru w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego. Uprawa pasowa przyczyniła się do istotnego, w porównaniu do uprawy tradycyjnej, zwiększenia zawartości cukru w korzeniach spichrzowych. Nie stwierdzono współdziałania badanych czynników w kształtowaniu tej cechy.

### 5.7.2. Zawartość związków melasotwórczych



Rys. 50. Zawartość składników melasotwórczych – Azot alfa-aminowy [mmol·kg<sup>-1</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 48. Zawartość składników melasotwórczych – Azot alfa-aminowy [mmol·kg<sup>-1</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	12,825	12,875	9,950	11,883
	N2	13,300	13,250	10,075	12,208
	średnie	13,063	13,063	10,012	12,046
tradycyjna	N1	12,275	11,975	9,950	11,400
	N2	12,300	14,025	11,850	12,725
	średnie	12,287	13,000	10,900	12,063
średnia	N1	12,550	12,425	9,950	11,642
	N2	12,800	13,637	10,962	12,467
	średnie	12,675	13,031	10,456	12,054
Czynniki: I – n.i.*; II – 0,657; III – 0,892					
Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 0,929; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub>					

cd. tabeli 48

2019					
pasowa	N1**	29,500	26,750	29,950	28,733
	N2	28,600	30,350	28,075	29,008
	średnie	29,050	28,550	29,012	28,871
tradycyjna	N1	32,475	29,525	31,900	31,233
	N2	31,475	31,125	30,925	31,175
	średnie	31,875	30,325	31,412	31,204
średnia	N1	30,887	28,138	30,925	29,983
	N2	30,038	30,738	29,500	30,092
	średnie	30,462	29,438	30,212	30,038
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 2,434					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	22,283	22,642	21,633	22,186
	N2	22,383	23,667	22,808	22,953
	średnie	22,333	23,154	22,221	22,569
tradycyjna	N1	22,725	21,367	20,983	21,692
	N2	22,608	23,267	22,375	22,750
	średnie	22,667	22,317	21,679	22,221
średnia	N1	22,504	22,004	21,308	21,939
	N2	22,496	23,467	22,592	22,851
	średnie	22,500	22,735	21,950	22,395
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,598 Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 0,846					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Zawartość azotu alfa-aminowego różniła się w poszczególnych latach doświadczenia. Była ona bardzo niska w 2017 roku, prawie 2-krotnie wyższa w 2018 roku i bardzo wysoka w 2019 roku (rys. 50).

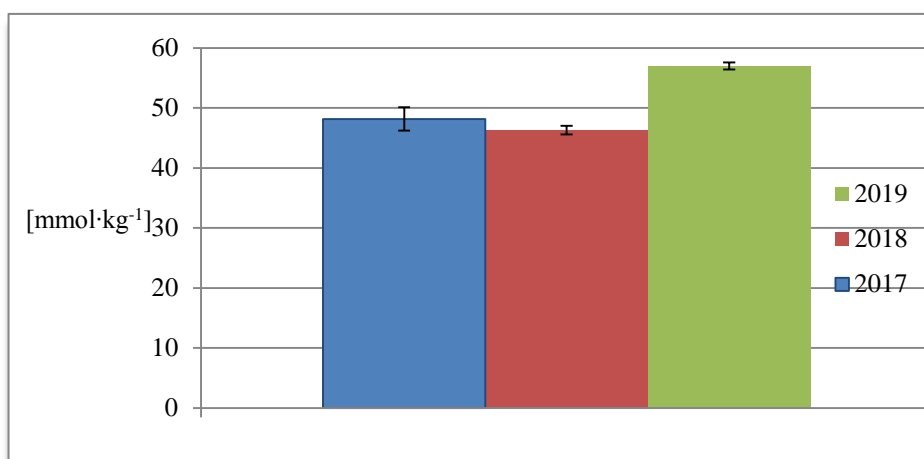
W pierwszym roku badań, zawartość tego melasotworu, była zależna od dawki azotu i zielonego nawozu z międzyplonu ścierniskowego (tabela 48). Nie wykazano istotnego wpływu technologii uprawy, w kształtowaniu tej cechy. Zwiększenie dawki azotu ze 120 do 160 kg·ha<sup>-1</sup>, przyczyniła się do istotnego zwiększenia zawartości azotu alfa-aminowego. Międzyplony ścierniskowe z grochu siewnego i wyki siewnej, spowodowały bardzo istotne zwiększenie zawartości azotu alfa-aminowego, w porównaniu z obiektem kontrolnym (bez międzyplonu). Stwierdzono też interakcje pomiędzy czynnikami w kształtowaniu tej cechy. Pierwszą z nich była interakcja pomiędzy dawką azotu i technologią uprawy roli. Po zastosowaniu uprawy tradycyjnej, wartość tego parametru, po zaaplikowaniu dawki N1, była istotnie

niższa niż po dawce N2. Tymczasem na poletkach z uprawą pasową czynnik ten nie wpływał w sposób istotny, na opisywaną cechę.

Zawartość azotu alfa-aminowego w 2018 roku, nie była zależna od technologii uprawy roli, nawożenia azotem oraz od zastosowania międzyplonów ścierniskowych. Ponadto nie stwierdzono interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami w kształtowaniu tej cechy.

W 2019 roku, zawartość azotu alfa-aminowego, również nie była zależna od żadnego z czynników doświadczenia. Wykazano jedynie interakcję pomiędzy międzyplonami i dawką azotu w kształtowaniu tej cechy. Zawartość azotu alfa-aminowego w korzeniach buraka cukrowego uprawianego po międzyplonie z wyki siewnej była po zastosowaniu nawożenia azotem w dawce N1 istotnie mniejsza niż po zastosowaniu dawki N2. Po międzyplonie z grochu siewnego oraz w kontroli (bez międzyplonu) dawka N nie wpływała na tę cechę.

Synteza z lat 2017-2019, wykazała jedynie istotny wpływ międzyplonów na zawartość azotu alfa-aminowego. Po zastosowaniu międzyplonu z wyki siewnej, zawartość azotu alfa-aminowego w roślinach, była istotnie wyższa niż w obiektach kontrolnych (bez międzyplonu). Wykazano interakcję pomiędzy międzyplonem i dawką azotu. Po zastosowaniu dawki N1, zawartość tego melasotworu była w obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej istotnie wyższa niż w obiektach kontrolnych. W warunkach nawożenia buraka cukrowego azotem w dawce N2, po międzyplonie z wyki siewnej, stwierdzono istotnie wyższą zawartość azotu alfa-aminowego w korzeniach, niż po międzyplonie z grochu siewnego i kontroli (bez międzyplonu). Nie stwierdzono innych istotnych interakcji.



Rys. 51. Zawartość składników melasotwórczych – Potas [mmol·kg<sup>-1</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 49. Zawartość składników melasotwórczych – Potas [mmol·kg<sup>-1</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	48,825	47,300	44,275	46,800
	N2	49,250	48,575	43,775	47,200
	średnie	49,038	47,938	44,025	47,000
tradycyjna	N1	51,750	47,925	46,725	48,800
	N2	50,675	50,400	48,450	49,842
	średnie	51,212	49,162	47,587	49,321
średnia	N1	50,288	47,612	45,500	47,800
	N2	49,962	49,487	46,112	48,521
	średnie	50,125	48,550	45,806	48,160
Czynniki: I – n.i.*; II – n.i.; III – 2,042					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 2,464; II w I – n.i.; I w III – 2,601; III w I – 2,887; II w III – n.i.; III w II – 2,887					
2019					
pasowa	N1**	59,725	59,225	58,325	59,092
	N2	55,650	56,275	54,975	55,633
	średnie	57,688	57,750	56,650	57,362
tradycyjna	N1	57,550	57,675	55,575	56,933
	N2	57,500	54,975	56,375	56,283
	średnie	57,525	56,325	55,975	56,608
średnia	N1	58,637	58,450	56,950	58,012
	N2	56,575	55,625	55,675	55,958
	średnie	57,606	57,038	56,313	56,985
Czynniki: I – n.i.; II – 1,561; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 2,208; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	51,358	51,025	49,717	50,700
	N2	51,258	50,783	48,808	50,283
	średnie	51,308	50,904	49,262	50,492
tradycyjna	N1	51,267	49,900	49,342	50,169
	N2	51,625	50,508	50,183	50,772
	średnie	51,446	50,204	49,763	50,471
średnia	N1	51,313	50,462	49,529	50,435
	N2	51,442	50,646	49,496	50,528
	średnie	51,377	50,554	49,513	50,481
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,838					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 1,185; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Zawartość potasu kształtowała się na podobnym poziomie w 2017 roku ( $48,16 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) i w 2018 roku ( $46,30 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) oraz na wiele wyższym poziomie w ostatnim roku badań, co odpowiadało ( $6,99 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) (rys. 51).

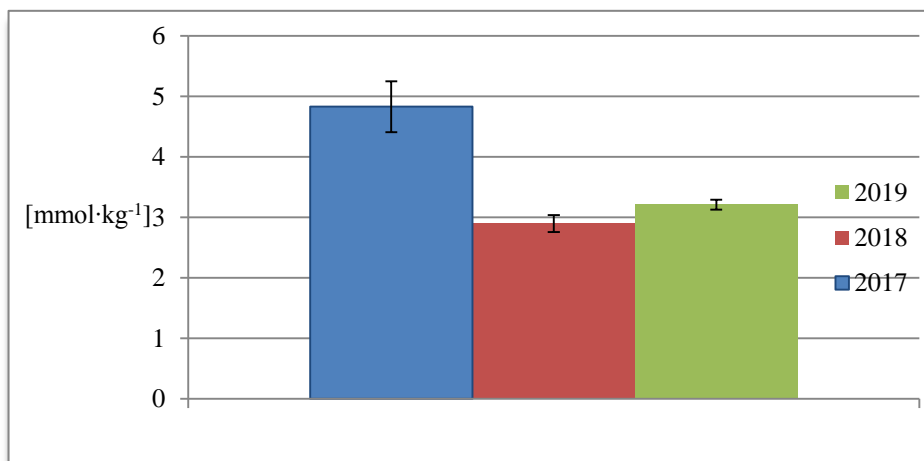
W 2017 roku, zawartość potasu, była zależna tylko od trzeciego czynnika badawczego (tabela 49). Międzyplony ścierniskowe z grochu siewnego i wyki siewnej, spowodowały istotne zwiększenie zawartości potasu w porównaniu z kontrolą (bez międzyplonu). Stwierdzono też interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i dawką azotu w odniesieniu do tej cechy. Parametr ten po zastosowaniu nawożenia azotem w dawce N2, był w obiekcie z uprawą pasową istotnie niższy niż po zastosowaniu uprawy tradycyjnej. W warunkach nawożenia buraka cukrowego azotem w dawce N1, sposób uprawy roli nie wpływał istotnie na tę cechę. Stwierdzono interakcję między technologią uprawy roli i międzyplonem ścierniskowym w odniesieniu do tej cechy. Na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu), tradycyjna uprawa płuzna, przyczyniła się w sposób istotny, do zwiększenia zawartości potasu w korzeniach, w porównaniu do uprawy pasowej. Po międzyplonie ścierniskowym w postaci wyki siewnej i grochu siewnego, opisywana cecha, nie była zależna od sposobu uprawy roli.

Zawartość potasu w miazdze korzenia buraka cukrowego w 2018 roku nie była zależna od żadnego z trzech czynników doświadczenia polowego. Nie stwierdzono też żadnych interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami w kształtowaniu tej cechy.

W 2019 roku zawartość potasu, była zależna od dawki azotu. W warunkach nawożenia buraka cukrowego w dawce N1, wartości tej cechy, były istotnie wyższe od stwierdzonych po zastosowaniu nawożenia wyższą dawką. Ponadto wykazano także interakcję pomiędzy dawką azotu i technologią uprawy roli. W obiektach z uprawą pasową zwiększenie dawki N, spowodowało istotne zmniejszenie zawartości tego melasotworu, natomiast w obiektach z uprawą płuzną, czynnik ten nie wpływał w sposób istotny na tę cechę.

Analiza statystyczna z lat badań 2017-2019, wykazała jedynie istotny wpływ zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych na zawartość potasu. Po zastosowaniu międzyplonu z wyki siewnej i grochu siewnego zawartość potasu w buraku cukrowym była istotnie wyższa niż w kontroli. Stwierdzono interakcję pomiędzy międzyplonem i technologią uprawy roli. Po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuznej, na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego, stwierdzono istotnie wyższą zawartość potasu niż na obiektach z międzyplonem z wyki siewnej i w kontroli (bez międzyplonu). Na poletkach z uprawą pasową natomiast, po obydwu międzyplonach ścierniskowych stwierdzono wyższą zawartość potasu niż w kontroli (bez międzyplonu).





Rys. 52. Zawartość składników melasotwórczych – Sód [mmol·kg<sup>-1</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 50. Zawartość składników melasotwórczych – Sód [mmol·kg<sup>-1</sup>]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [kg·ha <sup>-1</sup> ]	III – Międzyzłon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyzłonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	4,300	4,050	4,600	4,317
	N2	4,450	4,325	4,500	4,425
	średnie	4,375	4,188	4,550	4,371
tradycyjna	N1	5,750	5,275	5,050	5,358
	N2	5,475	5,225	4,925	5,208
	średnie	5,612	5,250	4,987	5,283
średnia	N1	5,025	4,662	4,825	4,838
	N2	4,963	4,775	4,713	4,817
	średnie	4,994	4,719	4,769	4,827
Czynniki: I – 0,219; II – n.i.*; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 0,292; II w I – n.i.; I w III – 0,530; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
2018					
pasowa	N1**	2,925	2,425	2,775	2,708
	N2	3,175	2,825	3,550	3,184
	średnie	3,050	2,625	3,162	2,946
tradycyjna	N1	2,825	3,175	2,900	2,967
	N2	2,775	2,675	2,800	2,750
	średnie	2,800	2,925	2,850	2,858
średnia	N1	2,875	2,800	2,837	2,837
	N2	2,975	2,750	3,175	2,967
	średnie	2,925	2,775	3,006	2,902

cd. tabeli 50

Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – 0,463; I w III – n.i.; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	3,442	3,333	3,500	3,425
	N2	3,583	3,442	3,758	3,594
	średnie	3,513	3,388	3,629	3,510
tradycyjna	N1	4,008	3,867	3,717	3,864
	N2	3,817	3,633	3,642	3,697
	średnie	3,912	3,750	3,679	3,781
średnia	N1	3,725	3,600	3,608	3,644
	N2	3,700	3,537	3,700	3,646
	średnie	3,712	3,569	3,654	3,645
Czynniki: I – n.i.; II – n.i.; III – 0,111					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 0,290; II w I – n.i.; I w III – 0,246; III w I – n.i.; II w III – n.i.; III w II – 0,156					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120 kg·ha<sup>-1</sup>; N2 – 160 kg·ha<sup>-1</sup>

Zawartość sodu różniła się w poszczególnych latach doświadczenia polowego. Była ona najwyższa w pierwszym roku badań oraz na znacznie niższym poziomie w 2 kolejnych latach badań (rys. 52).

W 2017 roku, zawartość sodu, była zależna jedynie od sposobu uprawy roli (tabela 50). Stwierdzono, że zawartość sodu, była istotnie niższa po zastosowaniu uprawy pasowej, w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuźnej. Wykazano też interakcje pomiędzy czynnikami badawczymi w kształtowaniu tej cechy. Stwierdzono współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów w odniesieniu do zawartości sodu w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego. Na stanowiskach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej, uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zmniejszenia zawartości sodu w korzeniach buraka cukrowego w porównaniu do uprawy tradycyjnej. W obiektach kontrolnych (bez międzyplonu) sposób uprawy roli nie wpływał na zawartość sodu w korzeniach.

Zawartość sodu w 2018 roku, nie była zależna od badanych czynników. Stwierdzono jedynie interakcję pomiędzy dawką azotu i sposobem uprawy roli w odniesieniu do tej cechy. W obiektach z uprawą pasową zwiększenie dawki azotu spowodowało istotne zwiększenie zawartości tego składnika. W obiektach z uprawą tradycyjną, czynnik ten nie wpływał w sposób istotny na kształtowanie zawartości sodu w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego.

W 2019 roku zawartość sodu nie była zależna od żadnego z badanych czynników doświadczenia polowego. Nie wykazano też interakcji pomiędzy poszczególnymi czynnikami. Z tego też powodu, przedstawiono jedynie średnie

wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 52).

Synteza z trzech lat badań, wykazała istotny wpływ zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych na zawartość sodu w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego. Po zastosowaniu międzyplonu z wyki siewnej, była ona istotnie niższa niż po międzyplonie z grochu siewnego. Stwierdzono kilka istotnych interakcji w odniesieniu do tej cechy. Jedną z nich była interakcja pomiędzy technologią uprawy roli i dawką azotu. Po zastosowaniu dawki N1, zawartość sodu, na obiektach z uprawą pasową, była istotnie niższa niż w obiekcie z uprawą tradycyjną. Na poletkach nawożonych dawką N2 nie stwierdzono wpływu technologii uprawy roli na zawartość sodu w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego. Wykazano też współdziałanie sposobu uprawy roli i międzyplonów. Na stanowiskach po grochu siewnym i wyce siewnej, uprawa pasowa wywarła ujemny wpływ na zawartość tego melasotworu w porównaniu do uprawy tradycyjnej. W obiekcie kontrolnym (bez międzyplonu) technologia uprawy nie wpływała istotnie na zawartość sodu. Ponadto stwierdzono współdziałanie międzyplonów i dawek azotu. Zwiększona dawka azotu spowodowała, że na poletkach z wyką siewną zawartość sodu w korzeniach buraka cukrowego była niższa w porównaniu do obiektów po międzyplonie z grochu siewnego i w kontroli. Tymczasem w obiektach nawożonych niższą dawką azotu nie stwierdzono istotnego wpływu międzyplonów ścierniskowych na zawartość sodu w korzeniach buraka cukrowego.

Tabela 51. Współczynniki korelacji prostej pomiędzy plonem korzeni, zawartością sacharozy i zawartością związków melasotwórczych w korzeniach (n=36)

Cecha	Zawartość w korzeniach			
	sacharozy	potasu	sodu	azotu alfa-aminowego
plon korzeni	-0,83	-0,17	0,88	-0,86
zawartość sacharozy		-0,31	-0,80	0,55
zawartość potasu	n.i.		-0,13	0,57
zawartość sodu	***	n.i.		-0,82
zawartość azotu -alfa-aminowego	***	***	***	

\* - współczynnik istotny na poziomie istotności  $p=0,05$

\*\* - współczynnik istotny na poziomie istotności  $p=0,01$

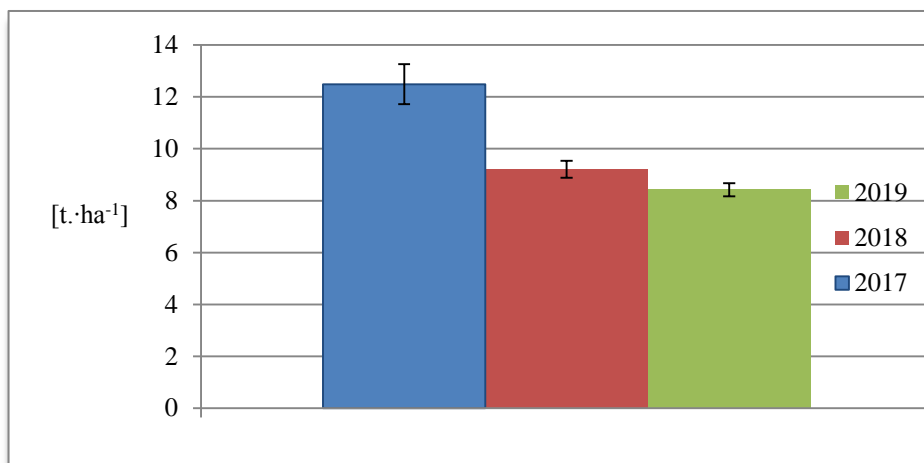
\*\*\* - współczynnik istotny na poziomie istotności  $p=0,001$

W przeprowadzonych badaniach własnych odnotowano bardzo istotną ( $p < 0,001$ ) negatywną zależność pomiędzy plonem korzeni buraka cukrowego

a zawartością sacharozy w korzeniach spichrzowych roślin (tabela 51). Korelacja wyniosła  $r = -0,83$ .

Zawartość sacharozy była negatywnie skorelowana z zawartością Na ( $r = -0,80$ ). Zawartość sodu była bardzo istotnie, dodatnio skorelowana z plonem korzeni buraka cukrowego. Ponadto w uprawie buraka cukrowego wykazano wysoce istotną, ujemną korelację pomiędzy zawartością azotu  $\alpha$ -aminowego, a plonem korzeni i zawartością sodu gdzie korelacja wynosiła odpowiednio  $r = -0,86$  oraz  $r = -0,82$ . Kształtującą się na podobnym poziomie korelację dodatnią stwierdzono pomiędzy tym melasotworem a zawartością sacharozy i potasu w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego.

## 5.8. PLON TECHNOLOGICZNY CUKRU



Rys. 53. Plon technologiczny cukru [t·ha<sup>-1</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 52. Plon technologiczny cukru [ $t \cdot ha^{-1}$ ]

I – Technologia uprawy roli	II – Dawka azotu [ $kg \cdot ha^{-1}$ ]	III – Międzyplon ścierniskowy			
		groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017					
pasowa	N1**	13,932	13,227	12,725	13,295
	N2	13,442	13,613	13,063	13,372
	średnie	13,688	13,420	12,894	13,334
tradycyjna	N1	11,560	11,885	11,388	11,611
	N2	11,605	12,200	11,248	11,684
	średnie	11,582	12,043	11,318	11,648
średnia	N1	12,746	12,556	12,056	12,453
	N2	12,524	12,906	12,155	12,528
	średnie	12,635	12,731	12,106	12,491
Czynniki: I – 0,699; II – n.i.*; III – 0,534					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – n.i.; II w I – n.i.; I w III – n.i.; III w I – 0,756; II w III – n.i.; III w II – n.i.					
Synteza z lat 2017–2019					
pasowa	N1**	10,615	9,919	10,114	10,216
	N2	10,668	10,181	10,318	10,389
	średnie	10,642	10,050	10,216	10,302
tradycyjna	N1	9,617	10,064	9,863	9,848
	N2	9,510	9,644	9,970	9,708
	średnie	9,563	9,854	9,916	9,778
średnia	N1	10,116	9,992	9,988	10,032
	N2	10,089	9,912	10,144	10,048
	średnie	10,102	9,952	10,066	10,040
Czynniki: I – 0,455; II – n.i.; III – n.i.					
NIR <sub>0,05</sub> Interakcje: I w II – 0,671; II w I – n.i.; I w III – 0,452; III w I – 0,311; II w III – n.i.; III w II – n.i.					

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie;

\*\* N1 – 120  $kg \cdot ha^{-1}$ ; N2 – 160  $kg \cdot ha^{-1}$ 

Plon technologiczny cukru różnił się w poszczególnych latach eksperymentu. Najwyższe plony odnotowano w 2017 roku, w którym średni plon był aż o 48,8% wyższy, w porównaniu z plonem z 2019 roku (odpowiednio 12,5  $t \cdot ha^{-1}$  oraz 8,4  $t \cdot ha^{-1}$ ) (rys. 53).

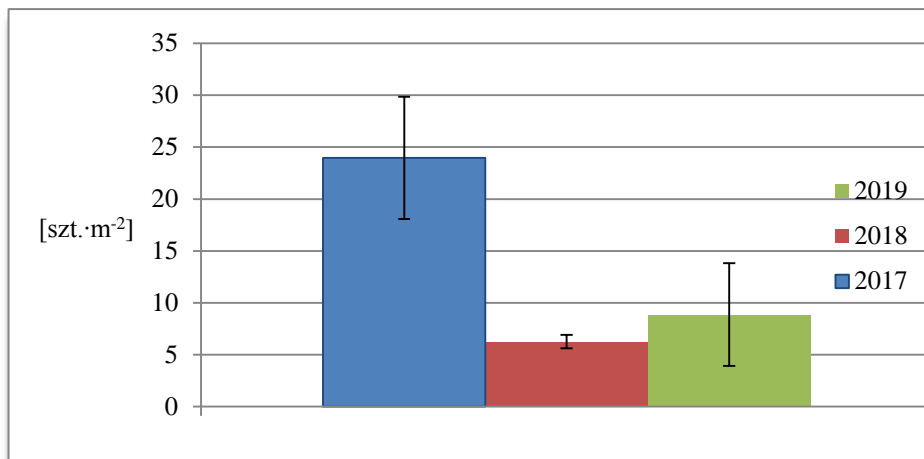
W pierwszym roku badań, plon technologiczny cukru był istotnie determinowany przez pierwszy i trzeci czynnik doświadczenia. Uprawa pasowa spowodowała istotny wzrost wartości tej cechy, w porównaniu z tradycyjną uprawą płuzną. Wpływ międzyplonu ścierniskowego był zależny od gatunku rośliny. Po międzyplonie ścierniskowym z grochu siewnego i wyki siewnej uzyskano zwiększenie plonu technologicznego cukru, w porównaniu do obiektu kontrolnego. Dawki azotu nie wpłynęły, w sposób istotny, na plon

technologiczny cukru. Stwierdzono współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów w kształtowaniu tej cechy. W obiektach z uprawą pasową, na poletkach z zielonym nawozem z grochu siewnego uzyskano istotnie wyższy plon technologiczny cukru niż w kontroli (bez międzyplonu). W obiektach z uprawą tradycyjną międzyplon ścierniskowy nie wpływał istotnie na ten parametr.

W kolejnych latach badań nie stwierdzono wpływu poszczególnych czynników na plon technologiczny cukru. Nie wykazano również istotnej interakcji pomiędzy badanymi czynnikami w kształtowaniu plonu technologicznego cukru.

Biorąc pod uwagę syntezę z trzech lat badań, można stwierdzić, że jedynie technologia uprawy roli wpływała na plon technologiczny cukru (tabela 52). Po zastosowaniu uprawy pasowej był on istotnie wyższy niż w warunkach uprawy tradycyjnej. Stwierdzono interakcję pomiędzy sposobem uprawy roli i międzyplonem w odniesieniu do tej cechy. Korzystny wpływ uprawy pasowej odnotowano jedynie na poletkach z grochem siewnym. Na obiektach zarówno z wyką siewną jak i w kontroli, plon technologiczny cukru, nie był istotnie zależny od sposobu uprawy roli. Ponadto odnotowano interakcję między sposobem uprawy roli i dawką azotu. Plon technologiczny cukru, po zastosowaniu dawki N<sub>2</sub>, był w obiekcie z uprawą tradycyjną istotnie niższy niż po zastosowaniu uprawy pasowej. W warunkach nawożenia buraka cukrowego azotem w dawce N<sub>1</sub>, sposób uprawy roli nie wpływał istotnie na tę cechę.

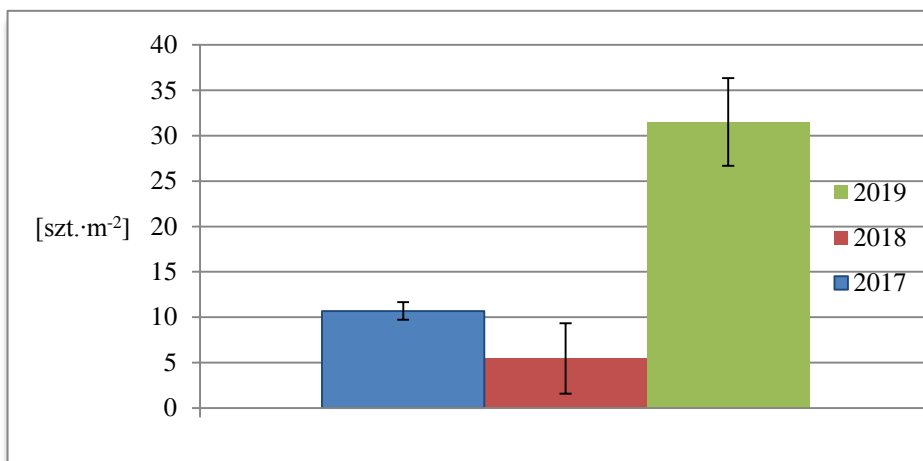
## 5.9. LICZBA I MASA DŹDŹOWNIC W WARSTWIE ORNEJ GLEBY PO ZBIORZE BURAKA CUKROWEGO



Rys. 54. Liczba dżdżownic warstwie ornej gleby – osobniki młodociane [szt.·m<sup>2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Zagęszczenie osobników młodocianych dżdżownicy ziemnej (*Lumbricus terrestris*) było bardzo zróżnicowane w latach badań (rys. 54). W roku 2017 roku, liczba dżdżownic była równa 23,96 szt.·m<sup>2</sup>, co stanowiło prawie 4-krotność wartości z roku 2018 i prawie 3-krotność wyników z roku 2019 (odpowiednio 6,25 szt.·m<sup>2</sup> oraz 8,85 szt.·m<sup>2</sup>).

Biorąc pod uwagę fakt, że nie stwierdzono wpływu sposobu uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych na liczbę osobników młodocianych, zarówno w całym okresie badań jak również w analizie statystycznej z całego okresu badań polowych, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 54).



Rys. 55. Liczba dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki dojrzałe [szt.·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 53. Liczba dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki dojrzałe [szt.·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2018				
pasowa	3,125	9,375	0,000	4,167
tradycyjna	12,500	7,813	0,000	6,771
średnie	7,813	8,594	0	5,469
NIR <sub>0,05</sub>	Czynniki: I – n.i.*; III – 7,541 Interakcje: I w III – 9,285; III w I – 10,665			

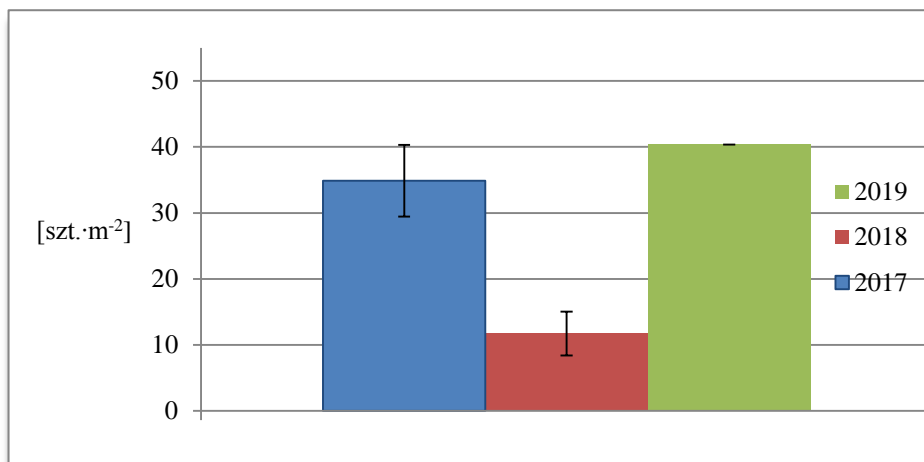
\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Liczba osobników dojrzałych była zróżnicowana w latach badań polowych. W 2017 roku liczba osobników dojrzałych wynosiła zaledwie 10,68 szt.·m<sup>-2</sup>. W 2018 ich liczba była jeszcze mniejsza. W 2019 roku stwierdzono wysokie zagęszczenie dżdżownic. Było ono prawie 3-krotnie większe w porównaniu do 2017 roku i blisko 6-krotnie większe niż w 2018 roku (tabela 53).

W 2018 roku, stwierdzono wpływ międzyplonów ścierniskowych na liczbę dojrzałych dżdżownic (tabela 53). Była ona na obiektach z zielonym nawozem z grochu siewnego i wyki siewnej istotnie większa niż w kontroli (bez międzyplonu). Gdzie nie stwierdzono w ogóle obecności dżdżownic. Nie stwierdzono interakcji pomiędzy czynnikami.



Biorąc pod uwagę fakt, że nie stwierdzono wpływu czynników badawczych, jakimi były sposób uprawy roli i międzyplony ścierniskowe oraz braku ich współdziałania w kształtowaniu liczby dojrzałych osobników, w pozostałych latach badań oraz w syntezie, przedstawiono średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 55).



Rys. 56. Łączna liczba dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki młodociane i dojrzałe [szt.·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 54. Łączna liczba dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki młodociane i dojrzałe [szt.·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	53,125	50,000	25,000	42,708
tradycyjna	21,875	29,688	29,688	27,083
średnie	37,500	39,844	27,344	34,896
Czynniki: I – n.i.*; III – n.i.				
Interakcje: I w III – 28,711.; III w I – n.i.				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	33,854	36,979	28,125	32,986
tradycyjna	22,396	29,167	23,438	25,000
średnie	28,125	33,073	25,782	28,993
Czynniki: I – n.i.; III – 3,837				
Interakcje: I w III – 10,350; III w I – 5,426				

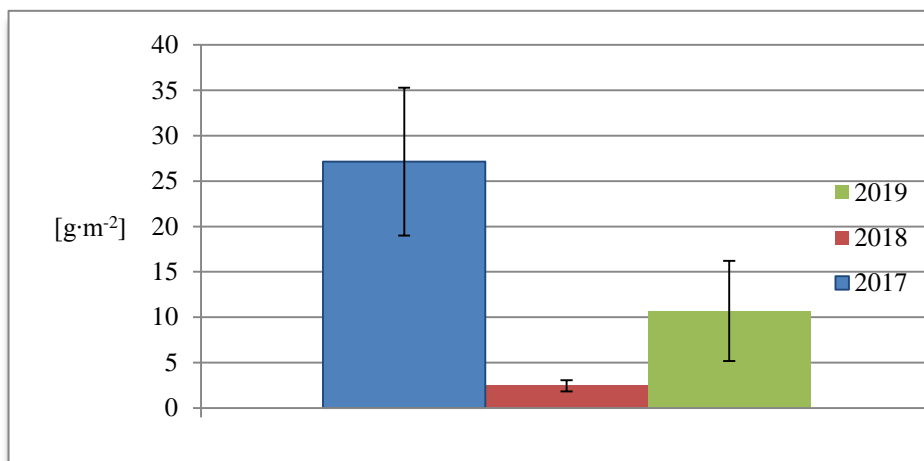
\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Łączna liczba osobników młodocianych i dojrzałych różniła się pomiędzy poszczególnymi latami badań (rys. 56). Najwyższe wartości wykazano w 2019 roku oraz niższe wartości w 2017 roku. Eksperyment wykazał bardzo niskie rezultaty w 2018 roku. Różnica pomiędzy 2019 a 2018 rokiem wyniosła aż 28,65 szt.·m<sup>-2</sup>.

W pierwszym roku badań, łączna liczba dżdżownic nie była zależna od sposobu uprawy roli (tabela 54). Również międzyplon nie miał wpływu na tę cechę. Wykazano jednak współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonu. Na stanowiskach z zielonym nawozem z grochu siewnego, uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zwiększenia liczby dżdżownic w porównaniu do technologii uprawy pluznej. Na pozostałych stanowiskach doświadczalnych nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy roli na ten parametr.

Biorąc pod uwagę fakt, że nie stwierdzono wpływu czynników badawczych i ich interakcji na liczbę dżdżownic w 2018 i 2019 roku, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego dla tych lat (rys. 56).

Analiza statystyczna wszystkich lat badań, potwierdziła wpływ międzyplonów w odniesieniu do tej cechy. Na stanowiskach z zielonym nawozem z wyki siewnej, stwierdzono istotnie wyższe rezultaty, odnośnie łącznego zagęszczenia dżdżownic. Na poletkach z międzyplonem z grochu siewnego i w kontroli (bez międzyplonu), liczba dżdżownic była istotnie i zauważalnie niższa. Stwierdzono też interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonem w kształtowaniu opisywanej cechy. Na stanowiskach z zielonym nawozem z grochu siewnego, technologia uprawy pasowej, przyczyniła się w sposób istotny, do zwiększenia liczby dżdżownic w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na pozostałych obiektach doświadczalnych nie stwierdzono istotności. Zarówno na obiektach z uprawą pasową jak i tradycyjną, na poletkach kontrolnych (bez międzyplonu), uzyskano istotnie niższe wartości tego parametru.



Rys. 57. Biomasa dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki młodociane [g·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 55. Biomasa dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki młodociane [g·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	55,517	37,002	10,813	34,444
tradycyjna	16,480	21,200	21,850	19,843
średnie	35,999	29,101	16,3	27,144
Czynniki: I – 13,527; III – 19,142 Interakcje: I w III – 19,832; III w I – 27,071				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	23,146	13,699	13,542	16,796
tradycyjna	6,696	11,661	11,794	10,051
średnie	14,921	12,680	12,668	13,423
Czynniki: I – n.i.*; III – n.i. Interakcje: I w III – 12,325; III w I – n.i.				

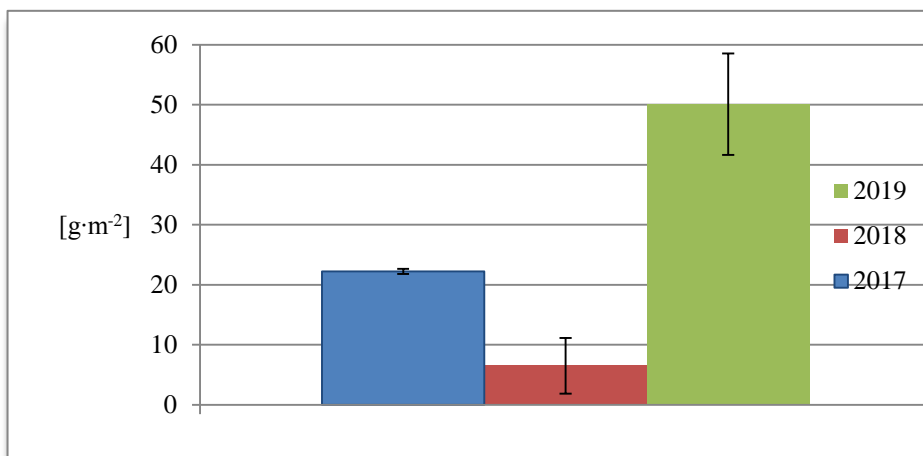
\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Biomasa osobników młodocianych różniła się pomiędzy poszczególnymi latami badań (rys. 57). Była ona bardzo wysoka w 2017 roku (27,14 g·m<sup>-2</sup>), w 2019 roku biomasa dżdżownic stanowiła tylko 39,4% wartości z roku 2017. Skrajnie niską biomasa osobników młodocianych wyniki, bo tylko 2,45 g·m<sup>-2</sup>, stwierdzono w 2018 roku.

W 2017 roku biomasa dżdżownic, była zależna od czynników eksperymentu polowego (tabela 55). Technologia uprawy pasowej, przyczyniła się do istotnego zwiększenia biomasy osobników młodocianych w stosunku do tradycyjnej uprawy płuźnej. Międzyplony ścierniskowe z grochu siewnego, spowodowały istotne zwiększenie biomasy dżdżownic w porównaniu z obiektem kontrolnym (bez międzyplonu). Stwierdzono również interakcję pomiędzy technologią uprawy i międzyplonem. Na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu) uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zmniejszenia biomasy dżdżownic w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Ponadto po międzyplonie z grochu siewnego, po zastosowaniu uprawy pasowej, odnotowano istotne zwiększenie biomasy, w porównaniu do uprawy tradycyjnej. W pozostałych obiektach, czynnik ten nie wpływał w sposób istotny na biomasę osobników młodocianych.

Z uwagi na brak wpływu czynników badawczych na biomasę dżdżownic w 2018 i 2019 roku, przedstawiono jedynie średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 57).

W syntezie wyników z trzech lat badań polowych nie wykazano istotnego wpływu technologii uprawy roli i zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych na biomasę osobników młodocianych dżdżownic. Wykazano jedynie interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami w odniesieniu do tego parametru. Po międzyplonie z grochu siewnego biomasa tych osobników była istotnie wyższa w obiekcie z uprawą pasową niż po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuźnej. Po wyce siewnej i w kontroli nie stwierdzono istotnego wpływu technologii uprawy roli na biomasę osobników młodocianych.



Rys. 58. Biomasa dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki dojrzałe [g·m<sup>-2</sup>] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 56. Biomasa dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki dojrzałe [g·m<sup>-2</sup>]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2018				
pasowa	4,690	12,500	0,000	5,730
tradycyjna	13,515	8,363	0,000	7,292
średnie	9,102	10,431	0,000	6,511
Czynniki: I – n.i.*; III – 8,556 Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 12,101				
2019				
pasowa	53,907	76,396	46,875	59,059
tradycyjna	40,313	46,797	36,235	41,115
średnie	47,110	61,596	41,555	50,087
Czynniki: I – 9,368; III – n.i. Interakcje: I w III – n.i.; III w I – n.i.				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	31,449	39,605	22,500	31,185
tradycyjna	21,068	22,845	20,162	21,358
średnie	26,258	31,2	21,331	26,271
Czynniki: I – 8,563; III – n.i. Interakcje: I w III – 16,331.; III w I – n.i.				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

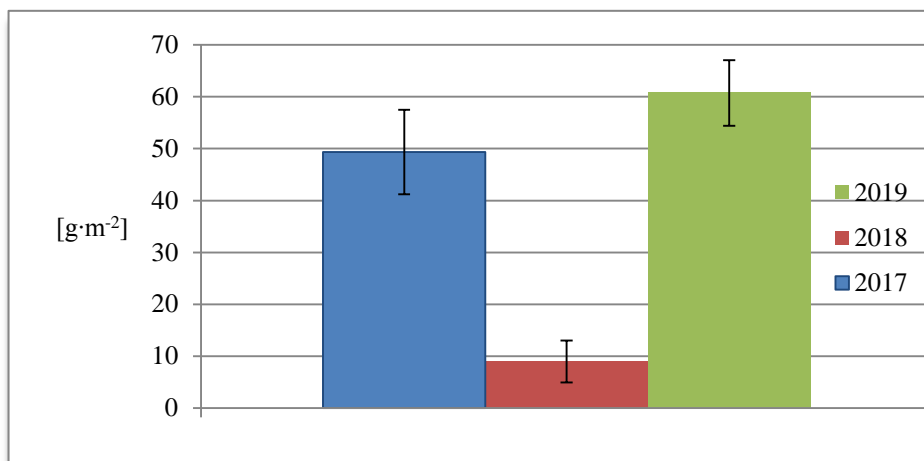
Biomasa osobników dojrzałych była bardzo zróżnicowana w latach badań (rys. 58). Była ona przeciętna w 2017 roku, bardzo niska w 2018 roku i blisko 8-krotnie wyższa w 2019 roku.

W 2017 roku, stwierdzono, że biomasa dojrzałych dżdżownic nie była zależna od czynników eksperymentu polowego. Ponadto nie stwierdzono interakcji pomiędzy badanymi czynnikami w odniesieniu do tej cechy.

W 2018 roku stwierdzono wpływ międzyplonów ścierniskowych na biomasę osobników dojrzałych (tabela 56). Międzyplony ścierniskowe z grochu siewnego oraz z wyki siewnej, przyczyniły się w sposób istotny, do zwiększenia biomasy dojrzałych osobników dżdżownic w porównaniu ze stanowiskami kontrolnymi (bez międzyplonu), na których nie stwierdzono ich występowania. Sposób uprawy roli nie wywarł istotnego wpływu na biomasę osobników dojrzałych.

W roku 2019 stwierdzono jedynie zależność biomasy dojrzałych osobników od sposobu uprawy roli. Uprawa pasowa przyczyniła się w sposób istotny do zwiększenia biomasy dżdżownic, w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Nie stwierdzono istotnych interakcji między czynnikami doświadczenia.

Analiza całego okresu badań pozwoliła na stwierdzenie istotnego wpływu technologii uprawy roli na biomasę dojrzałych dżdżownic. Uprawa pasowa przyczyniła się do zwiększenia masy osobników dojrzałych w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Wykazano także interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonami ścierniskowymi. Na obiektach z zielonym nawozem z wyki siewnej, uprawa pasowa przyczyniła się do istotnego zwiększenia biomasy osobników dojrzałych w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na stanowiskach po międzyplonie z grochu siewnego i w kontroli technologii uprawy roli nie wpływała istotnie na ten parametr.



Rys. 59. Łączna biomasa dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki młodociane i dojrzałe [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ] (wąsy przedstawiają wielkość odchylenia standardowego)

Tabela 57. Łączna biomasa dżdżownic w warstwie ornej gleby – osobniki młodociane i dojrzałe [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ]

I – Technologia uprawy roli	III – Międzyplon ścierniskowy			
	groch siewny	wyka siewna	kontrola (bez międzyplonu)	średnie
2017				
pasowa	91,267	66,922	31,445	63,212
tradycyjna	25,855	34,575	46,100	35,510
średnie	58,561	50,749	38,773	49,361
Czynniki: I – 25,357; III – n.i.* Interakcje: I w III – 35,973; III w I – 48,663				
2018				
pasowa	7,655	13,360	4,610	8,542
tradycyjna	15,467	10,857	1,798	9,374
średnie	11,561	12,109	3,204	8,958
Czynniki: I – n.i.; III – n.i. Interakcje: I w III – n.i.; III w I – 13,027				
Synteza z lat 2017–2019				
pasowa	54,595	53,303	36,044	47,981
tradycyjna	27,763	34,503	31,956	31,408
Średnie	41,179	43,903	34,000	39,694
Czynniki: I – 11,342; III – n.i. Interakcje: I w III – 19,892.; III w I – n.i.				

\* n.i. – różnice nieistotne statystycznie

Łączna biomasa osobników młodocianych i dojrzałych różniła się pomiędzy poszczególnymi latami badań (rys. 59). Najwyższe wartości otrzymano w 2019 roku oraz około 23% niższe wartości w 2017 roku (odpowiednio  $60,76 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$  oraz  $49,36 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$ ). Bardzo niskie rezultaty natomiast wykazały badania w 2018 roku.

W pierwszym roku badań, łączna biomasa dżdżownic była zależna od technologii uprawy roli (tabela 57). Uprawa pasowa przyczyniła się do istotnego zwiększenia łącznej biomasy dżdżownic, w stosunku do uprawy tradycyjnej. W tym roku stwierdzono współdziałanie technologii uprawy roli i międzyplonów. Na obiektach z międzyplonem z grochu siewnego uprawa pasowa przyczyniła się do istotnego w porównaniu do uprawy tradycyjnej zwiększenia łącznej biomasy dżdżownic, natomiast na poletkach kontrolnych i po wyce siewnej technologia uprawy nie miała istotnego wpływu na tę cechę.

W 2018 roku nie stwierdzono wpływu czynników doświadczenia polowego na łączną biomasa dżdżownic. Wykazano jednak interakcję pomiędzy międzyplonami i technologią uprawy roli. W obiekcie z uprawą tradycyjną po międzyplonie z grochu siewnego wpłynął na istotnie większą łączną biomasa dżdżownic niż w kontroli (bez międzyplonu), natomiast w obiekcie z uprawą pasową międzyplon nie wpływał na tę cechę.

Z uwagi na brak wpływu czynników badawczych na biomasę osobników w 2019 roku, przedstawiono średnie wartości tej cechy w poszczególnych latach i wartość odchylenia standardowego (rys. 59).

Analiza statystyczna za lata 2017-2019, potwierdziła wpływ technologii uprawy roli na łączną biomasę dżdżownic. Po zastosowaniu uprawy pasowej, otrzymano istotnie wyższe wartości badanej cechy, w porównaniu z uprawą tradycyjną. Stwierdzono też interakcję pomiędzy technologią uprawy roli i międzyplonem w kształtowaniu łącznej biomasy dżdżownic. Na stanowiskach z zielonym nawozem z grochu siewnego, uprawa pasowa, przyczyniła się w sposób istotny, do zwiększenia biomasy dżdżownic w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Na pozostałych poletkach doświadczalnych nie stwierdzono istotnych różnic w kształtowaniu tego parametru



## 5.10. ANALIZA EKONOMICZNA TECHNOLOGII UPRAWY BURAKA CUKROWEGO

Nie istnieje idealny system uprawy, sprawdzający się w każdym warunkach. O opłacalności uprawy buraka cukrowego decydują wielkość uzyskanego plonu, cena za jego jednostkę i koszty uprawy. Innymi słowy, rolnik decydując się na uprawę buraka cukrowego powinien wybierać takie rozwiązania, które są dla niego korzystniejsze, czyli takie które zapewnią większą różnicę między przychodami a ponoszonymi kosztami.

Zestawienie kosztów (tabela 58) wskazuje na celowość stosowania nowoczesnej technologii w formie uprawy pasowej, która umożliwi rolnikowi uzyskanie pewnych oszczędności głównie w zakresie uprawy roli, która jest energochłonnym elementem agrotechniki w gospodarstwie rolnym. Koszt całkowity uprawy buraka cukrowego po zastosowaniu uprawy pasowej wyniósł 10201,73 zł na ha i był o 4,2% niższy niż w przypadku uprawy tradycyjnej.

Tabela 58. Kalkulacja kosztów uprawy buraka cukrowego w technologii tradycyjnej i pasowej z uwzględnieniem kosztów, cen i dopłat w okresie prowadzenia badań

Wyszczególnienie		J.m.	Uprawa tradycyjna			Uprawa pasowa		
			Cena (zł)	Ilość	Wartość (zł)	Cena (zł)	Ilość	Wartość (zł)
<b>[A] WARTOŚĆ PRODUKCJI</b>			<b>13286,48</b>			<b>13639,26</b>		
	Korzenie buraka cukrowego	dt	13,70	706,61	9680,56	13,70	729,82	9998,53
	Wysłodki buraczane	dt	3,00	353,30	1059,92	3,00	364,91	1094,73
	JPO*	ha	999,00	1,00	999,00	999,00	1,00	999,00
	Płatność do buraków cukrowych	ha	1547,00	1,00	1547,00	1547,00	1,00	1547,00
<b>[1] Materiał siewny</b>			<b>760,80</b>			<b>760,80</b>		
	Nasiona buraka cukrowego	j.s.**	634,00	1,20	760,80	634,00	1,20	760,80
<b>[2] Nawozy mineralne</b>			<b>2524,36</b>			<b>2524,36</b>		
Azotowe	Saletra amonowa 34%	kg	2,68	327,00	876,36	2,68	327,00	876,36
	Saletrzak 27%	kg	2,53	150,00	379,50	2,53	150,00	379,50
Potasowe	Sól potasowa 60%	kg	2,18	150,00	327,00	2,18	150,00	327,00
Fosforowe	Superfostat 40%	kg	2,45	200,00	490,00	2,45	200,00	490,00
Wieloskładni-kowe	Polifoska 6 6:20:30(7)	kg	2,80	150,00	420,00	2,80	150,00	420,00
	Insol 4	dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	16,50	1,00	16,50	16,50	1,00	16,50
	Insol B	dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	15,00	1,00	15,00	15,00	1,00	15,00
<b>[3] Środki ochrony roślin</b>			<b>959,50</b>			<b>959,50</b>		
Herbicydy	Roundup 360 Plus	dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	48,00	3,00	144,00	48,00	3,00	144,00
	Betanal MaxxPro 209 OD	dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	120,00	3,90	468,00	120,00	3,90	468,00
	Agil S 100 EC	dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	100,00	1,50	150,00	100,00	1,50	150,00
Fungicydy	Duett Star 334 SE	dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	115,00	1,00	115,00	115,00	1,00	115,00

cd. tabeli 58

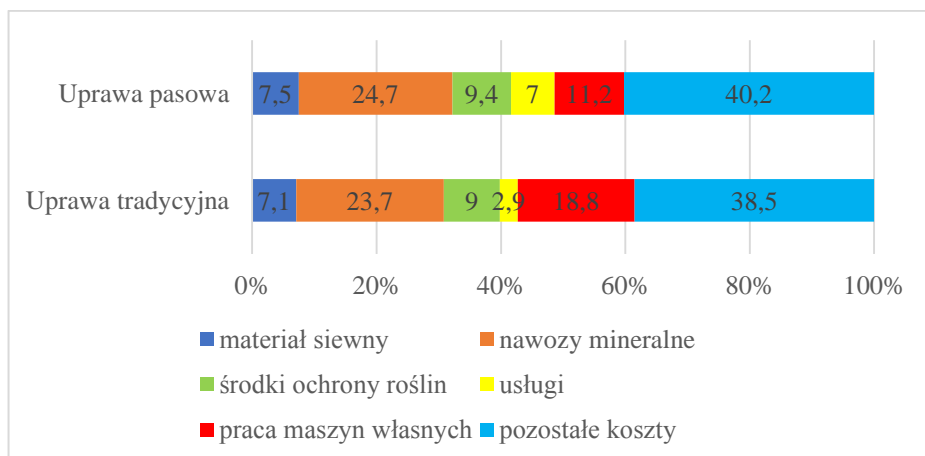
Insektycydy	Proteus 110 OD	dm <sup>3</sup> ·ha <sup>-1</sup>	165,00	0,50	82,50	165,00	0,50	82,50
<b>[B] KOSZTY BEZPOŚREDNIE [1+2+3]</b>			<b>4244,66</b>			<b>4244,66</b>		
<b>[C] NADWYŻKA BEZPOŚREDNIA (A-B)</b>			<b>9041,82</b>			<b>9394,60</b>		
<b>[4] Usługi</b>			<b>305,25</b>			<b>715,27</b>		
Siewnik strip-till Czajkowski		zł·ha <sup>-1</sup>	0,00	0,00	0,00	400,00	1,00	400,00
Dostarczenie plonu korzeni do cukrowni		zł·t <sup>-1</sup>	4,32	70,66	305,25	4,32	72,98	315,27
<b>[5] Praca maszyn własnych</b>			<b>2000,00</b>			<b>1140,00</b>		
Orka przedzimowa (ziębla)		ha	240,00	1,00	240,00	0,00	0,00	0,00
Bronowanie		ha	120,00	1,00	120,00	0,00	0,00	0,00
Uprawa przedsiewna		ha	130,00	1,00	130,00	0,00	0,00	0,00
Siew		ha	250,00	1,00	250,00	0,00	0,00	0,00
Wysiew nawozów mineralnych		ha	120,00	3,00	360,00	120,00	2,00	240,00
Oprysk herbicydami		ha	150,00	4,00	600,00	150,00	4,00	600,00
Nawożenie dolistne		ha	75,00	2,00	150,00	75,00	2,00	150,00
Zabieg zwalczający szkodniki		ha	75,00	1,00	75,00	75,00	1,00	75,00
Zabieg zwalczający patogeny grzybowe		ha	75,00	1,00	75,00	75,00	1,00	75,00
<b>[6] Pozostałe koszty</b>			<b>4101,80</b>			<b>4101,80</b>		
Koszt pracy ludzkiej (zbiór buraka cukrowego)		rbh	18,30	196,00	3586,80	18,30	196,00	3586,80
OC rolników		x	x	x	400,00	x	x	400,00
Podatek		x	x	x	115,00	x	x	115,00
<b>[D] KOSZTY POŚREDNIE (4+5+6)</b>			<b>6407,05</b>			<b>5957,07</b>		
<b>[E] KOSZTY CAŁKOWITE (B+D)</b>			<b>10651,71</b>			<b>10201,73</b>		
<b>[F] KOSZT JEDNOSTKOWY (zł/dt)</b>			<b>15,07</b>			<b>13,98</b>		
<b>[G] DOCHÓD ROLNICZY NETTO [C-D]</b>			<b>2634,77</b>			<b>3437,53</b>		

\* JPO – jednolita płatność obszarowa, płatność za zazielenianie, płatność dodatkowa;

\*\* j.s. – 100 tys. szt. nasion

Źródło: Kalkulacje rolnicze – 2021 KPODR, Minikowo. Opracowanie własne.

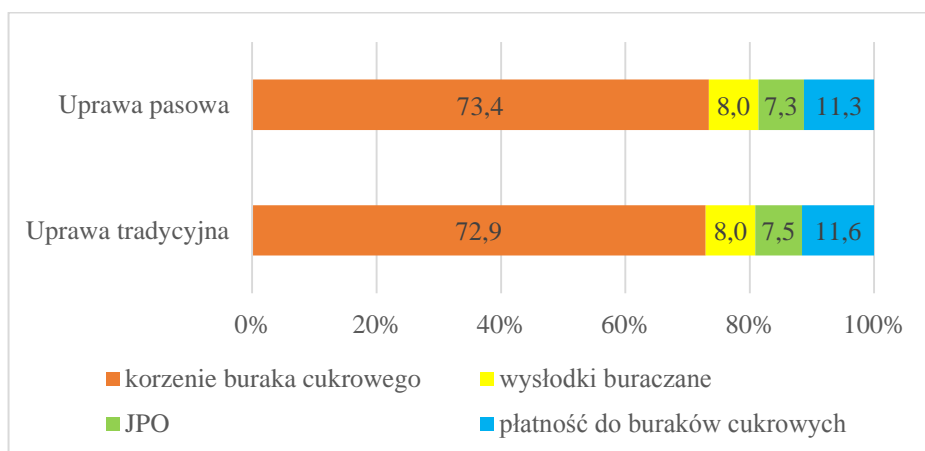
W uprawie buraka cukrowego bez względu na technologię uprawy (tabela 58 oraz rys. 60) w największe koszty wliczają nawozy mineralne stanowiące 23,7-24,5% wszystkich kosztów oraz pozostałe koszty, na które składa się praca rolnika, jego ubezpieczenie i podatek rolny, stanowiące 38,5-40,2% wszystkich kosztów. Nie mniej ważne są koszty materiału siewnego i środków ochrony roślin obejmujące wysiew nawozów, jak również opryski na poszczególne patogeny. Stanowią one łącznie 16,1-16,9% wszystkich poniesionych przez rolnika kosztów.



Rys. 60. Udział poszczególnych kosztów w uprawie tradycyjnej i pasowej [%]

Źródło: Opracowanie własne

Porównując koszty w obu uprawach należy stwierdzić, że największych różnic można upatrywać w kosztach usług i kosztach pracy maszyn własnych. Pozostałe koszty były porównywalne (rys. 60). Koszt usług w uprawie pasowej jest o 410,02 zł wyższy niż w uprawie tradycyjnej, czyli o 134,3%. Z kolei praca maszyn własnych jest kosztowniejsza przy zastosowaniu uprawy tradycyjnej. Jej koszt jest o 860,00 zł wyższy niż w uprawie pasowej, co stanowi koszt wyższy aż o 75,4%.



Rys. 61. Wartość produkcji uprawy tradycyjnej i pasowej [%]

Źródło: Opracowanie własne

Na dochód rolniczy brutto największy wpływ ma wartość korzeni buraka cukrowego. W uprawie tradycyjnej ich wartość wyniosła 72,9% wszystkich dochodów w tej uprawie, a w uprawie pasowej 73,4% dochodów z tej uprawy (rys. 61). Ich wartość w uprawie pasowej była o 3,3% wyższa niż w uprawie tradycyjnej (tabela 58). Dochody w zakresie dopłat mają znaczenie, ale mniejsze zwłaszcza, że dopłaty rolnik może, ale nie musi otrzymać. Dochód rolniczy brutto z dopłatami w uprawie pasowej wyniósł 13639,26 zł·ha<sup>-1</sup> i był o 2,7% wyższy niż w przypadku dochodu z uprawy tradycyjnej. Z kolei dochód rolniczy netto w uprawie pasowej wyniósł 3437,53 zł·ha<sup>-1</sup> i był o 30,5% wyższy niż w przypadku uprawy tradycyjnej.

Analiza wykazała, że tradycyjna uprawa płuzna jest technologią droższą i wymaga większych nakładów w porównaniu do uprawy pasowej. W metodach tradycyjnych szczególne znaczenie ma przygotowanie gleby do siewu. Ekonomicznym rozwiązaniem jest tutaj możliwość łączenia narzędzi, która pozwala uzyskać w jednym przejeździe żadaną jakość uprawy. System orkowy, choć nadal dominujący, ma poważne wady. Przede wszystkim jest bardzo energochłonny, kosztowny, co wykazała analiza, a ponadto wymaga wielu zabiegów uprawowych, co skutkuje tym, że jest bardzo czasochłonny.

## 6. DYSKUSJA

Uprawa buraków cukrowych wymaga znacznych nakładów pracy, nawożenia, starannej uprawy i wiedzy agrotechnicznej [Bański, 2007]. Do głównych czynników środowiska wpływających na wzrost i rozwój tej rośliny należą temperatura powietrza i gleby, dostępność wody w glebie i natężenie promieniowania słonecznego [Podlaski i in., 2017]. Niemniej ważna jest żyzność gleby.

Burak cukrowy należy do roślin wymagających dobrego stanowiska, dlatego powinno się ono charakteryzować odczynem gleby w przedziale 6,0-7,5, głęboką warstwą orną oraz brakiem podeszwy płużnej. Ważna jest co najmniej średnia zasobność gleby w składniki pokarmowe, odpowiedni poziom próchnicy i jej wilgotność [Kuczuk, 2012].

Badania w ścisłym, trzyczynnikowym doświadczeniu polowym dotyczyły zagadnień, które związane były z wpływem czynników eksperymentu, to jest: technologia uprawy roli, dawka azotu i międzyplony ścierniskowe na właściwości gleby oraz plonowanie i cechy jakościowe korzeni buraka cukrowego (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*).

Wpływ czynników badawczych na wzrost i rozwój buraka cukrowego był modyfikowany przez warunki pogodowe, które w poszczególnych latach znacznie się różniły. Spośród czynników badawczych na efekty produkcyjne buraka cukrowego w największym stopniu wpływała technologia uprawy roli oraz wykorzystanie zielonego nawozu z międzyplonów ścierniskowych. Technologia uprawy wywarła zróżnicowany w latach wpływ na właściwości fizyczne gleby, zwłaszcza opór penetracji oraz w mniejszym stopniu na temperaturę i wilgotność łoża siewnego.

Temperatura gleby w okresie kiełkowania odgrywa istotną rolę w szybkości i efektywności tego procesu. Minimalna temperatura gleby, w której zaczyna się kiełkowanie nasion buraka cukrowego, wynosi około 3°C [Gummerson, 1986]. W miarę jak wzrasta temperatura, zwiększa się szybkość kiełkowania, co powoduje skrócenie czasu między wysiewem, a pojawieniem się korzenia zarodkowego oraz między kiełkowaniem a wschodami roślin [Khan, 2013]. W badaniach własnych tylko w 2018 roku, stwierdzono wschody roślin w pierwszym terminie pomiaru, to znaczy 14 dni po siewie. W roku tym stwierdzono najwyższą temperaturą łoża siewnego w okresie kiełkowania i wschodów buraka cukrowego, zwłaszcza 7 dni po siewie. Ponadto stwierdzono w tym roku najwyższą średnią temperaturą powietrza w okresie wegetacji roślin począwszy od kwietnia aż do końca września, z wyjątkiem czerwca. Spowodowało to uzyskanie wyższej niż w pozostałych latach obsady roślin w terminie 14 i 21 dni po siewie, jednak nie wpłynęło na obsadę końcową roślin.

Warunki pogodowe w latach 2017-2019, w których prowadzono pomiary wilgotności łoża siewnego, były głównym czynnikiem modyfikującym efekty

technologii uprawy roślin. Przedstawione wyniki potwierdzają, że zmienność opadów w klimacie Polski jest znacząca. W poszczególnych latach badań stwierdzono duże zróżnicowanie pod względem warunków meteorologicznych, głównie pod względem opadów atmosferycznych. Efektem tego zróżnicowania był różny stan uwilgotnienia gleby w latach badań.

Technologia uprawy pasowej przyczyniła się do zapewnienia kiełkującym nasionom/wschodzącym roślinom buraka cukrowego istotnie większej wilgotności łoża siewnego niż uprawa tradycyjna, jednak wpływ ten stwierdzono tylko na stanowiskach z zielonym nawozem z międzyplonów ścierniskowych. Ten pozytywny wpływ uprawy pasowej na właściwości gleby mógł wynikać ze znanego oddziaływania biomasy. Badania Goneta [1991] oraz Duer [1996] wskazują, że pokrycie powierzchni gleby masą organiczną w postaci mulczu międzyplonów z roślin bobowatych, zapobiega erozji wodnej i wietrznej, wpływa korzystnie na strukturę gleby, ponadto ogranicza parowanie wody z gleby, zmniejsza także straty azotu w okresie zimowym, ogranicza zachwaszczenie oraz korzystnie wpływa na aktywność mikrobiologiczną gleby. W badaniach własnych w 2018 roku, wilgotność gleby w otoczeniu wysianych nasion była istotnie wyższa po zastosowaniu technologii uprawy pasowej niż uprawy tradycyjnej. Wilgotność łoża siewnego w ostatnim roku eksperymentu polowego, nie była zależna od badanych czynników. Zróżnicowany w latach wpływ technologii uprawy na wilgotność łoża siewnego wynikał z różnego przebiegu pogody w latach badań polowych. W 2017 roku, sumy opadów atmosferycznych były aż w sześciu miesiącach znacznie wyższe niż średnie z wielolecia. Rok ten był najbardziej obfity w opady w porównaniu z pozostałymi latami badań. Dlatego też wilgotność łoża siewnego kształtowała się na istotnie wyższym poziomie w porównaniu z pozostałymi latami badań. Dobre zaopatrzenie w wodę w tym roku umożliwiło wytworzenie bardzo dużego plonu zarówno korzeni spichrzowych jak i liści buraka cukrowego.

Zaopatrzenie w wodę nie tylko umożliwia roślinom pobieranie składników pokarmowych z gleby, ale decyduje o kondycji roślin i kształtuje właściwości fizyczne gleby, takie jak zwięzłość mierzona poziomem oporu stawianego korzeniom roślin.

Opór penetracji gleby dla technologii uprawy pasowej i tradycyjnej uprawy płuznej, zwiększał się wraz z głębokością. Obserwowany wzrost średniej wartości oporu penetracji w kolejnych głębokościach wynikał ze wzrostu gęstości gleby. Po zastosowaniu uprawy pasowej, gleba charakteryzowała się mniejszym oporem penetracji w rzędach w porównaniu do technologii uprawy tradycyjnej, co można uzasadnić lepszym uwilgotnieniem łoża siewnego w obiektach z uprawą pasową. Ponadto orka wykonywana była jesienią, dzięki czemu gleba miała czas, aby bardziej osiaść. Klasyczna płuzna uprawa roli powoduje czasowe, nadmierne rozluźnienie warstwy ornej gleby, obniżające jej gęstość objętościową oraz zwięzłość [Deen i Katakai, 2003; Carter i in., 2007; Hermle i in., 2008]. Uprawę pasową wykonywano natomiast wiosną, 28 dni przed pomiarem oporu penetracji. Dlatego w rzędach roślin gleba w obiektach

z uprawą pasową cechowała się mniejszym oporem penetracji, natomiast w międzyrzędziach był on zwykle istotnie większy niż w obiektach z uprawą tradycyjną. Reakcja roślin na zwiększenie zwięzłości gleby objawia się głównie hamowaniem wzrostu korzeni [Gerard i in., 1972; Pabin i Sienkiewicz, 1984; Pabin i in., 1991], a to najczęściej, chociaż nie zawsze, powoduje obniżkę plonu korzeni.

W badaniach własnych największe wartości oporu penetracji gleby w okresie wzrostu buraka cukrowego w rzędach i międzyrzędziach na głębokości 25-30 cm wynosiły odpowiednio 2,638 MPa i 2,510 MPa w obiektach z uprawą tradycyjną oraz 2,205 MPa i 1,763 MPa w obiektach z uprawą pasową. Badania nad wpływem zwięzłości gleby na wzrost roślin wskazują, że opór penetracji poniżej 2 MPa nie ogranicza rozwoju korzeni (Hamza i Anderson, 2005; Lipiec i in., 2012). Międzyplony ścierniskowe miały mniejszy niż technologia uprawy wpływ na opór penetracji gleby w warstwie ornej, zarówno w rzędach jak i w międzyrzędziach. Ponadto stwierdzono, że na ogół na obiektach z międzyplonami ścierniskowymi, opór penetracji był większy niż na obiektach kontrolnych (bez międzyplonu). Podobne wyniki uzyskał Wilczewski i in. [2014].

Obsada roślin jest mało kosztownym czynnikiem ich plonowania [Gutmański, 1988]. Obsada po zakończeniu wschodów roślin, w dwóch pierwszych latach badań, nie była zależna od badanych czynników. W trzecim roku badań, obsada końcowa roślin buraka cukrowego, była istotnie wyższa po zastosowaniu tradycyjnej uprawy roli niż w uprawie pasowej. Jednak, co warto podkreślić, w 2017 roku i w syntezie z trzech lat badań, większy plon korzeni po uprawie pasowej wynikał z równomiernych i wyrównanych terminowo wschodów roślin buraka cukrowego. Wyrównana obsada końcowa roślin przełożyła się na późniejszy plon korzeni spichrzowych czy zawartość cukru.

Zawartość chlorofilu w liściach jest ściśle związana z zawartością azotu w roślinie [Ramirez i in., 2014; Tremblay, 2004]. W miarę starzenia się roślin stwierdzono zwiększanie się wartości wskaźnika SPAD (ang. Soil Plant Analysis System) w liściach buraka cukrowego. Technologia uprawy roli i międzyplony ścierniskowe wpływały istotnie na wartość tego wskaźnika. Nie stwierdzono natomiast wpływu dawek azotu na tę cechę. Powodem takiego stanu mógł być niedobór opadów atmosferycznych w 2018 i 2019 roku.

Według Nowaka [2006] w uprawie buraka cukrowego potrzebna jest duża ilość wody, gdyż całkowita masa i powierzchnia liści jest bardzo duża, podobnie jak masa korzeni spichrzowych. Wydajność buraka zależy od ilości i rozkładu opadów. Najlepiej plonuje w warunkach dobrego zaopatrzenia w wodę w miesiącach letnich oraz gdy średnie opady w roku są na poziomie około 700 mm. Kluczową sprawą jest prowadzenie takiej uprawy roli, aby roślina w sposób zrównoważony wykorzystywała wodę. Stwierdzono w całym

trzyletnim cyklu badań polowych tendencję wyższego plonowania buraka cukrowego po technologii uprawy pasowej. Podobne wyniki w swoich badaniach uzyskał również Piekarczyk [2020]. Zaznaczyła się w nich tendencja wyższego plonowania buraka cukrowego po uprawie pasowej według technologii Czajkowskiego w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Rozkład opadów w badaniach tego autora nie był korzystny, ponieważ wystąpiły niedobory opadów w maju i w czerwcu oraz w sierpniu i we wrześniu. Pod względem warunków termicznych okres kwiecień-wrzesień 2017 był zbliżony do warunków przeciętnych, natomiast suma opadów za ten okres przekraczała o 149,6 mm średnią sumę za lata 1981–2010, na co decydujący wpływ miały duże opady deszczu w sierpniu i we wrześniu. Niedobory opadów wystąpiły w prawie całym okresie wegetacji, co mogło mieć negatywny wpływ na plonowanie roślin buraka cukrowego.

Plon korzeni i zawartość sacharozy w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego są efektem złożonych zależności pomiędzy potencjałem genetycznym odmiany, czynnikami siedliska i stosowanymi technologiami produkcji [Wyszyński i in., 2004]. Niedobór wody hamuje rozwój liści, zmniejsza masę korzeni i wydajność fotosyntezy. Nadmiar natomiast obniża zawartość cukru w korzeniach [Chmura i in., 2009]. Przebieg pogody w okresie badawczym był znacznie zróżnicowany, zarówno pod względem opadów jak i temperatury powietrza. Dlatego też plon korzeni spichrzowych buraka był różny w poszczególnych latach eksperymentu. Bardzo wysokie sumy opadów w 2017 roku wystąpiły w lipcu oraz sierpniu. W tych miesiącach burak cukrowy ma największe zapotrzebowanie na wodę. Według Ostrowskiego i in. [2008], potrzeby wodne buraka cukrowego wynoszą 500-550 mm w okresie wiosenno-letniej wegetacji. Rozkład opadów w 2017 roku był korzystny dla plonowania korzeni buraka cukrowego. Suma opadów w okresie od kwietnia do października wyniosła 581,6 mm. W kolejnych latach sumy opadów atmosferycznych były znacznie mniejsze. Średni plon w 2017 roku wyniósł  $100,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  i był on aż o 47,3% wyższy niż plony w 2018 roku i o blisko 38,6% wyższy niż w 2019 roku (odpowiednio  $53,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  oraz  $61,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Jakkolwiek te bardzo dobre warunki dla plonowania roślin buraka cukrowego w 2017 roku, były mniej korzystne dla gromadzenia sacharozy w korzeniach spichrzowych. W drugiej części sezonu wegetacyjnego przebieg pogody, a zwłaszcza rozłożenie opadów, nie sprzyjało temu procesowi. Duży wpływ pogody na gromadzenie sacharozy w korzeniach podkreślają Mercik i in. [2009] oraz Wiśniewski [1991]. Zdaniem Nowakowskiego i Krügera [1997] oddziaływanie czynników agrotechnicznych na technologiczny plon cukru następuje przede wszystkim przez wpływ na plon korzeni i zawartość sacharozy w korzeniach, która jest najbardziej uzależniona od warunków siedliskowych. Literatura przedmiotu w tym zakresie jest obfita, a wszyscy badacze podkreślają przede wszystkim konieczność starannego doboru dawek nawozów, opartego na analizach gleby, a także stosowania się do zasad



poprawnej agrotechniki (Bzowska-Bakalarz, 2004; Bzowska-Bakalarz i Banach, 2004; Kuc i Zimny, 2005; Wójcik, 2006).

Czynniki badawcze wywarły zróżnicowany w latach wpływ na plon liści, który tylko w sezonie wegetacyjnym 2018, nie był zależny od badanych czynników doświadczenia polowego. Na podstawie wyników uzyskanych w 2017 roku stwierdzono, podobnie jak w badaniach Domskiej i in. [1996], że wysokość plonu liści buraka cukrowego była zależna od dawki azotu. Również Czuba [1979] oraz Nowak [1978], stwierdzili, że wysokość plonu liści buraka cukrowego zależała od dawki i sposobu nawożenia azotem. Zwiększenie dawki azotu ze 120 do 160 kg·ha<sup>-1</sup>, spowodowało istotne zwiększenie plonu świeżej masy liści w omawianym roku badań polowych. Nadmiar azotu, jak wykazała Gniewowska [2018], negatywnie wpływa na plon i jakość korzeni, powoduje natomiast nadmierny rozwój masy zielonej i spadek poziomu cukru, sprzyja również rozwojowi chorób oraz powstawaniu strat na przymie.

Zawartość cukru w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego jest zależna od wielu wzajemnie oddziałujących na siebie czynników. Należą do nich również czynniki klimatyczne, takie jak: temperatura powietrza i opady atmosferyczne. Drugą równie ważną grupę stanowią czynniki agrotechniczne, na przykład poziom nawożenia mineralnego, długość okresu wegetacji i wreszcie końcowa obsada roślin [Dobrowolski i Iciek, 2000; Ostrowska, 2001]. W naszych warunkach klimatycznych mamy przeważnie słabsze nasłonecznienie oraz większą sumę opadów, co daje spory plon korzeni jednak przy umiarkowanej ilości sacharozy zawartej w korzeniach spichrzowych. Obfite opady w 2017 roku spowodowały wytworzenie dużej masy korzeni, w których nastąpiło „rozcieńczenie cukru”, co w konsekwencji miało negatywny wpływ na zawartość sacharozy.

Zawartość sacharozy w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego w 2018 suchym roku wynosiła średnio 19,6 % i nie była ona zależna od badanych czynników.

Rok 2018 charakteryzował się bardzo dobrymi warunkami dla uzyskania wysokiej zawartości cukru w korzeniach, mniej korzystny był jednak dla plonowania roślin. Średni plon korzeni spichrzowych był w tym roku najniższy w całym trzyletnim okresie. Zawartość cukru w 2017 roku w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego w obiektach z uprawą pasową była istotnie większa niż po zastosowaniu uprawy tradycyjnej. W 2018 Zawartość cukru w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego wynosiła średnio 19,6% i nie była ona zależna od badanych czynników. W 2019 roku zawartość cukru w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego wynosiła średnio 16,17% i również nie była ona zależna od badanych czynników doświadczenia. W przeprowadzonych badaniach własnych stwierdzono bardzo istotną negatywną korelację pomiędzy plonem korzeni buraka cukrowego, a zawartością sacharozy w korzeniach spichrzowych roślin. Wyniki te w pełni potwierdzają znaną powszechnie negatywną zależność tych cech. O ujemnej zależności między zawartością cukru a masą korzenia pisze też Gutmański

[1991]. Plon korzeni buraka cukrowego był negatywnie skorelowany z zawartością sacharozy w korzeniach spichrzowych roślin w poszczególnych latach badań. Istotną statystycznie ujemną współzależność obserwowano pomiędzy masą korzeni spichrzowych a polaryzacją również w badaniach Jakubowskiej i in. [2018].

Rozkład sacharozy oraz niecukrów w buraku cukrowym nie jest równomierny (Zielke, 1973). Zawartość związków melasotwórczych (azot alfa-aminowy oraz jony sodu i potasu) w korzeniach buraka ma istotny wpływ na proces produkcji cukru [Jakubowska i in., 2020]. Obniżanie zawartości melasotworów (K, Na i N alfa-aminowy) polega między innymi na doborze odpowiedniej odmiany buraków, ale również na stosowaniu odpowiedniej agrotechniki, a zwłaszcza odpowiedniego poziomu i jakości nawożenia oraz wysokiej obsady korzeni ( $90-110 \text{ tys. ha}^{-1}$ ), które są istotnymi elementami umożliwiającymi obniżenie zawartości związków melasotwórczych [Waleriańczyk i in., 1990; Ostrowska i Artyszak, 2005].

Według badań COBORU [2020], w latach 2016-2019, średnia zawartość melasotworów dla odmiany 'Contenta' była następująca: azot alfa-aminowy:  $20,8 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ ; zawartość potasu:  $45,3 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$  oraz sodu:  $4,4 \text{ mmol}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Natomiast w badaniach własnych zawartość azotu i potasu była większa, a zawartość sodu była mniejsza. Wynikać to mogło z faktu, że doświadczenia te były prowadzone w odmiennych warunkach agrotechnicznych i środowiskowych. A burak cukrowy jako roślina o dużych wymaganiach siedliskowych i agrotechnicznych, silnie reaguje na zróżnicowane warunki uprawy [Jaskulska i in., 2017]. Barłóg i Grzebisz [2004], wskazują, że decydujący wpływ na kształtowanie się cech jakościowych korzeni buraka cukrowego ma przebieg pogody. Ponadto wykazali oni, że duża zawartość melasotworów w korzeniach może być wynikiem niedojrzałości korzeni do zbioru. Potwierdzają to badania Gawrońskiej-Kuleszy i in. [1999]. Doświadczenia te wykazały, że skład chemiczny buraka cukrowego zmienia się wraz z jego rozwojem.

Uprawa konserwująca jest dość dobrze przebadana pod względem jej wpływu na plonowanie. Natomiast brak jest szczegółowych badań nad wartością technologiczną korzeni buraka cukrowego. W piśmiennictwie ponadto niewiele jest prac dotyczących wpływu międzyplonów na kształtowanie jakości technologicznej buraka cukrowego [Zimny i in, 2010]. W badaniach własnych zawartość melasotworów, głównie azotu alfa-aminowego w 2017 roku, była najniższa, w całym trzyletnim okresie badań. Zależała ona od międzyplonów ścierniskowych. Zarówno przyorywane jesienią jak też pozostawione jako mulcz przez okres zimy, międzyplony wpływały na zwiększenie zawartości związków melasotwórczych (azotu alfa-aminowego i potasu) w miążdze korzenia buraka. Niekorzystne działanie zwiększonego nawożenia organicznego na zawartość azotu  $\alpha$ -aminowego wykazali Kostka-Gościński i in. [2000]. Udowodnili, że nawożenie międzyplonem wpływało na podwyższenie zawartości azotu  $\alpha$ -aminowego w korzeniach buraka

cukrowego. Potwierdzenie tych rezultatów uzyskano w wynikach badań własnych. W 2018 i 2019 roku nie wykazano wpływu międzyplonów ścierniskowych na zawartość związków melasotwórczych w miazdze korzenia buraka.

Ostatecznym miernikiem efektu uprawy buraka cukrowego był plon technologiczny cukru. Zdecydowała o nim przede wszystkim pozyskana masa korzeni, a w dalszej kolejności zawartość sacharozy. W 2017 roku, w którym uzyskano wysoki plon korzeni o niskiej zawartości cukru, plon technologiczny cukru był o ok. 26,3% wyższy niż w 2018 roku, w którym plon korzeni był najniższy a zawartość sacharozy najwyższa. Dominujący wpływ plonu korzeni na plon technologiczny cukru jest zgodny z danymi literaturowymi, zgodnie z którymi zawartość sacharozy w korzeniach oraz zawartość związków melasotwórczych, choć mogą istotnie wpływać na plon technologiczny cukru to jednak nie tak bardzo jak plon korzeni [Ciebień, 2015]. W pierwszym roku badań, plon technologiczny cukru, był istotnie wyższy w obiektach z międzyplonem ścierniskowym niż na stanowiskach kontrolnych (bez międzyplonu). Technologia uprawy pasowej wpłynęła bardziej korzystnie na tę cechę niż tradycyjna uprawa płuzna, W pozostałych dwóch okresach wegetacyjnych, cecha ta nie była zależna od badanych czynników doświadczenia.

Analiza całego okresu badań pozwoliła na stwierdzenie istotnego wpływu technologii uprawy roli na biomasa dojrziałych dżdżownic. Uprawa pasowa przyczyniła się do zwiększenia masy osobników młodocianych i dojrziałych w porównaniu do uprawy tradycyjnej. Analiza statystyczna za lata 2017-2019, potwierdziła wpływ technologii uprawy roli na łączną biomasa dżdżownic. Uprawa roli ma silny wpływ na liczebność dżdżownic w glebie. Spadek liczebności dżdżownic w wyniku uprawy gleby spowodowany jest najczęściej niekorzystnymi zmianami środowiska glebowego w wyniku zbyt intensywnej uprawy [Feledyn-Szewczyk i in., 2017].

Ilość, biomasa i różnorodność dżdżownic są większe w glebach nie uprawianych intensywnie, a zwłaszcza nie odwracanych przez regularnie wykonywane orki (Crittenden i in., 2015). Zostało to potwierdzone w przeprowadzonych badaniach Różniaka [2016], w odniesieniu do technologii uprawy pasowej.

Stwierdzono korzystne oddziaływanie uprawy buraka cukrowego w technologii uprawy pasowej na właściwości biologiczne gleby. Po zastosowaniu uprawy pasowej, otrzymano istotnie wyższe wartości badanej cechy, w porównaniu z tradycyjną uprawą płuzną, co zapewne spowodowane było tym, że uprawa pasowa w mniejszym stopniu zaburza życie biologiczne gleby niż uprawa tradycyjna [Feledyn-Szewczyk i in., 2017].

Międzyplony ścierniskowe również wpłynęły korzystnie na wzrost populacji dżdżownic. Ponadto biomasa międzyplonów ścierniskowych była materiałem stanowiącym cenny pokarm dla dżdżownic, co skutkowało silnym wzrostem ich populacji. Ponadto biomasa międzyplonów, która uaktywniła

życie biologiczne, wpłynęła także na plonowanie roślin, co poskutkowało bardzo wysokim plonem korzeni spichrzowych buraka cukrowego, który w pierwszym roku badań, zależny był właśnie od międzyplonów.

## 7. WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych i opracowanych wyników badań własnych, przeprowadzonych i wykonanych w trzyletnim cyklu, w Stacji Badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii w Mochelku, na glebie płowej, kompleksu żytniego dobrego, klasy bonitacyjnej IV a, sformułowano następujące wnioski:

1. Technologia uprawy roli wywarła zróżnicowany w latach wpływ na temperaturę i wilgotność gleby w strefie kiełkowania nasion buraka cukrowego. Technologia uprawy pasowej zapewniała lepsze uwilgotnienie łoża siewnego, co było bardzo widoczne przede wszystkim w 2018 roku, w którym wystąpiła posucha w okresie kiełkowania i wschodów roślin.
2. Obsada roślin buraka cukrowego po zakończeniu wschodów, w dwóch pierwszych latach badań, nie była zależna od badanych czynników. W trzecim roku badań natomiast, obsada roślin buraka cukrowego, była istotnie wyższa po zastosowaniu tradycyjnej uprawy płuznej niż po uprawie pasowej.
3. Nie stwierdzono wpływu dawek azotu na wartość wskaźnika SPAD. Wskaźnik zieloności liści był zależny od wieku fizjologicznego roślin buraka cukrowego. Biorąc jednak pod uwagę cały okres badań stwierdzono, że najwyższe wartości tego parametru uzyskano w 2018 roku.
4. Wpływ technologii uprawy roli na plon korzeni buraka cukrowego był zależny od sezonu wegetacyjnego. W 2017 roku, cechującym się wysokimi sumami opadów atmosferycznych, stwierdzono dodatni wpływ uprawy pasowej na plon korzeni, natomiast w kolejnych dwóch latach, nie stwierdzono istotnego wpływu sposobu uprawy na tę cechę.
5. Wpływ międzyplonów na plon liści był różny w poszczególnych latach. Ponadto wywarły one istotny, dodatni wpływ na średni z trzech lat badań plon liści buraka cukrowego.
6. Plon korzeni spichrzowych buraka cukrowego był negatywnie skorelowany z zawartością w nich sacharozy.
7. Zwiększenie dawki N ze 120 do 160 kg·ha<sup>-1</sup>, nie wpłynęło na plon korzeni spichrzowych buraka cukrowego i zawartość w nich sacharozy.
8. Średni z trzech lat badań plon technologiczny cukru był istotnie zależny od technologii uprawy roli i międzyplonów ścierniskowych. Jakkolwiek tylko w pierwszym roku badań (2017), charakteryzującym się dużą sumą opadów, wykazano korzystny wpływ uprawy pasowej oraz międzyplonów ścierniskowych na tę cechę. W posusznych latach 2018 i 2019 nie był on istotnie zależny od czynników doświadczenia polowego.

9. Zwiększenie dawki azotu ze 120 do 160 kg·ha<sup>-1</sup>, przyczyniło się do zwiększenia zawartości azotu alfa-aminowego w korzeniach buraka cukrowego. Było to najbardziej widoczne w pierwszym cyklu badań polowych, w którym stwierdzono statystyczne potwierdzenie tego niekorzystnego wpływu.
10. Zastosowanie technologii uprawy pasowej, wpłynęło pozytywnie na właściwości biologiczne gleby po zbiorze buraka cukrowego, mierzone liczebnością i biomasą dżdżownicy ziemnej (*Lumbricus terrestris*) w warstwie ornej gleby. Również międzyplony ścierniskowe z grochu siewnego i wyki siewnej wywarły dodatni wpływ na te parametry.
11. Z analizy kosztów i wartości finansowej plonu buraka cukrowego wynika, że w praktyce rolniczej należy propagować nowoczesny system uprawy buraka w formie uprawy pasowej, co przyczyni się do uzyskania wyższego poziomu plonowania przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów uprawy. Technologia ta jest opłacalna i pozwala realizować potencjał produkcyjny roślin bez szkody dla właściwości gleby i środowiska naturalnego.
12. Większą efektywność ekonomiczną można osiągnąć stosując uprawę pasową buraka cukrowego. Decyzja o wyborze konkretnego sposobu uprawy roli powinna być poparta wnikliwą analizą wielu czynników przyrodniczych, agrotechnicznych i ekonomicznych

## 8. LITERATURA

- [1] Adamiak J., Adamiak E., 1996. Wpływ różnych form nawożenia organicznego na wysokość i jakość plonu buraka cukrowego. *Zesz. Nauk. AR Szczecin*, 172, 3-8.
- [2] Andrzejewska J., 1999. Międzyplony w zmianowaniach zbożowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 1, 19-31.
- [3] Askegaard M., Eriksen J., 2008. Residual effect and leaching of N and K in cropping systems with clover and ryegrass catch crops on a coarse sand. *Agric. Ecosys. Envir.*, 123, 99-108.
- [4] Bański J., 2007. *Geografia rolnictwa Polski*. Pol. Wydaw. Ekon., Warszawa, 88-90.
- [5] Barłóg P., Grzebisz W., 2004. Plonotwórcza i diagnostyczna ocena nawożenia buraków cukrowych potasem z udziałem sodu i magnezu. Cz. II. Jakość korzeni i plon cukru. *Biul. IHAR*, 234, 83-92.
- [6] Bell Ch., Milford G.F.J., Leigh R.A., 1996. Sugar beet. In: *Photoassimilate Distribution in Plants and Crops*. (Eds. E. Zamski and A.A. Schaffer), New York, Marcel Dekker Inc., 691-707.
- [7] Borówczak F., 1991. Wpływ deszczowania, zagęszczenia roślin i nawożenia azotem na plon buraków cukrowych. *Biul. IHAR Radzików*, 178, 23-31.
- [8] Borówczak F., Grobelny M., Kołata M., Zieliński T., 2006. Wpływ nawożenia azotem na plony i wartość technologiczną korzeni buraków cukrowych. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 51(3), 11-15.
- [9] Borówczak F., Grześ S., 2002. Wpływ deszczowania, dokarmiania dolistnego i nawożenia azotem na plon korzeni i efekty ekonomiczne uprawy buraków cukrowych. *Biul. IHAR Radzików*, 222, 203-213.
- [10] Brunotte J., Joschko M., Rogasik H., 1998. Mulchsaat standortangepasst-fester Baustein heutiger Zuckerrübenproduktion. *Zuckerrübe*, 4, 199-202.
- [11] Bzowska-Bakalarz M., 2004. Metoda weryfikacji systemu zarządzania jakością zastosowanego w produkcji buraków cukrowych. *Inż. Roln.*, 3(58), 75-82.
- [12] Bzowska-Bakalarz M., Banach M., 2004. Ocena jakości plonu jako element weryfikacji zastosowanego systemu zarządzania jakością w produkcji buraków cukrowych. *Inż. Roln.*, 3(63), 95-101.
- [13] Bzowska-Bakalarz M., Gołacki K., 2003. Produkcja buraków cukrowych na tle zmian technologicznych i strukturalnych w regionie lubelskim. *Motrol* 5, 32-39.
- [14] Bzowska-Bakalarz M., Ostroga K., 2011. Ocena plonów buraków cukrowych w aspekcie stosowanych technologii produkcji i lokalizacji gospodarstw. *Inż. Roln.*, 4(129), 23-31.
- [15] Carter M.R., Sanderson J.B., Holmstrom D.A., Ivany J.A., DeHaan K.R., 2007. Influence of conservation tillage and glyphosate on soil structure and organic carbon fractions through the cycle of a 3-year potato rotation in Atlantic Canada. *Soil Till. Res.*, 93, 206-221.
- [16] Ceglarek-Jabłońska R., Rosa R., Zaniewicz-Bajkowska A., Franczuk J., Kosterna E., 2006. Następcze działanie nawozów zielonych w formie przedplonów w uprawie pora. *Act. Agroph.*, 7(3), 577-589.

- [17] Cherr C.M., Scholberg J.M.S., McSorley R., 2006. Green manure approaches to crop production. *Agron. J.*, 98, 302-319.
- [18] Chmura K., Chylińska E., Dmowski Z., Nowak L., 2009. Rola czynnika wodnego w kształtowaniu plonu wybranych roślin polowych. PAN, *Infrast. Ekol. Ter. Wiej.*, 9, 33-44.
- [19] Ciebień M., 2015. Ocena oddziaływania warunków meteorologicznych na zawartość cukru w korzeniach buraka cukrowego na Zamojszczyźnie. *Annal. UMCS, sec. E, Agric., LXX (3)*, 1-10.
- [20] Ciećko Z., Grzegorzewski K., Żołnowki A., Najmowicz T., 2004. Oddziaływanie nawożenia mineralnego na plonowanie i zawartość cukru w korzeniach oraz zawartość chlorofilu w liściach buraka cukrowego. *Biul. IHAR*, 234, 137-143.
- [21] Crittenden S.J., Huerta E., De Goede R.G.M., Pulleman M.M. 2015. Earthworm assemblages as affected by field margin strip and tillage intensity: An on-farm approach. *Eur. J. Soil Biol.*, (66), 49-56.
- [22] Cruse R.M., 1990. Strip intercropping. *Farming System for Iowa: Seeking Alternatives*. Leopold Center for Sustainable Agriculture. Conference Proceedings. Iowa State University Ames, 39-41.
- [23] Cudzik A., Białczyk W., Czarnecki J., Brennenstul M., Kaus A., 2011. Analiza wybranych właściwości gleby w różnych technologiach uprawy. *Inż. Roln.*, 4(129), 33-40.
- [24] Czuba R., 1979. Nawożenie roślin. PWRiL, Warszawa.
- [25] Čermak P., Ciganek K., 2002. The influence of comparative fertilization on the yield and quality of sugar beet, the nutrient balances. The evaluation of long-term field experiments in the Czech Republic. *Biul. IHAR*, 222, 39-48.
- [26] Deen W., Katak P.K., 2003. Carbon sequestration in a long-term conventional versus conservation tillage experiment. *Soil Till. Res.*, 74, 143-150.
- [27] Deryło S., Pawłowski F., 1992. Wpływ poplonu ścierniskowego na zachwaszczenie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego w płodozmianach o różnym udziale zbóż. *Annal. UMCS, sec. E, Agric.*, 47, 7-12.
- [28] Dexter A.R., Czyż E.A., Gate O.P., 2007. A method for prediction of soil penetration resistance. *Soil Till. Res.*, 93, 412-419.
- [29] DLF SEEDS, bd. Hillesthög-Katalog Burak cukrowy. DLF SEEDS Sp. z o.o., Hława.
- [30] Dobrowolski M., Iciek J., 2000. Możliwości zastosowań sztucznych sieci neuronowych w cukrownictwie-przewidywanie plonu buraków przed kampanią. *Gazeta Cukrownicza*, 11-12.
- [31] Dominik A., 2016. Systemy uprawy gleby przydatne w rolnictwie zrównoważonym. CDR Brwinów.
- [32] Domska D., Bobrzecka D., Wojtkowiak K., 1996. Wpływ dokarmiania dolistnego miedzią i borem na dynamikę zawartości azotanów w liściach buraka cukrowego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 440, 81-87.
- [33] Draycott A.P., 1996. Aspects of fertilizer use in modern, high-yield sugar beet culture. *IPI- Bulletin 15*, IPI, Basel/Switzerland.
- [34] Duer I., 1996. Mulczujący wpływ międzyplonu na plonowanie jęczmienia jarego oraz zawartość wody i azotanów w glebie. *Fragm. Agron.*, 13(1), 29-43.



- [35] Duer I., 2007. Programy rolnośrodowiskowe instrumentem ochrony zasobów środowiska we Wspólnej Polityce Rolnej Unii Europejskiej. *Studia i Raporty Biul. IHAR-PIB*, 7, 33-53.
- [36] Dzieńka S., 1999. Zachowawcza uprawa roli pod burak cukrowy. *Folia Univ. Agric. Stetin.*, 195, *Agricultura*, (74), 131-134.
- [37] Dzieńka S., Zimny L., Weber R., 2006. Najnowsze kierunki w uprawie roli i technice siewu. *Fragm. Agron.*, 23(2), 227-241.
- [38] Eriksen J., Thorup-Kristensen K., 2002. The effect of catch crops on sulphate leaching and availability of S in the succeeding crop on sandy loam soil in Denmark. *Agric. Ecosys. Envir.*, 90, 247-254.
- [39] Feledyn-Szewczyk B., Berbeć A.K., Radzikowski P., 2017. Rola dżdżownic w kształtowaniu jakości gleb oraz wpływ różnych zabiegów agrotechnicznych na ich występowanie. *Studia i raporty IUNG-PIB*, 54(8), 57-71.
- [40] Filipiak K., Duer I., 2009. Ocena przestrzennej lokalizacji pakietów: ochrona gleb i wód, rolnictwo zrównoważone w oparciu o bazę danych o środowisku. *Studia i Raporty Biul. IHAR-PIB*, 15, 161-173.
- [41] Gaweł E., 2011. Rola roślin motylkowatych drobnonasiennych w gospodarstwie rolnym. *Woda-Środowisko-Obszary wiejskie*, t. 11, 3(35), 73-91.
- [42] Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara I. Brogowski Z., Kwapisz J., 1999. Biomasa oraz jej skład chemiczny i równowaga jonowa w wybranych fazach wzrostu buraka cukrowego. *Rocz. Nauk Rol.*, Ser. A, 114(1-2), 55-68.
- [43] Gerard C.J., Mehta H.C., Hinojosa E., 1972. Root growth in a clay soil. *Soil Sci.*, 144, 37-50.
- [44] Gerzabek M.H., Kirchmann H., Pichlmayer F., 1995. Response of soil aggregate stability to manure amendments in the Ultuna long-term soil organic matter experiment. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 158, 257-260.
- [45] Ghaffarzadeh M., Garcia-Prechac F., Cruse R.M., 1994. Grain yield response of corn, soybean and oat grown in strip intercropping system. *Am. J. Altern. Agric.*, 9(4), 171-177.
- [46] Głab T., Kulig B., 2008. Effect of mulch and tillage system on soil porosity under wheat (*Triticum aestivum*). *Soil Tillage Res.*, 99, 169-178.
- [47] Gniewowska E., 2018. Buraki cukrowe nie mogą być głodne. Artykuł ze strony internetowej: <https://polifoska.pl/porady/455>.
- [48] Gniewowska E., Maziarek A., 2015. Prawidłowa agrotechnika buraków cukrowych. Publikacja opracowana na zlecenie Opolskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Łosiowie.
- [49] Golinowska M., Zimny L., 2015. Ekonomiczna efektywność uprawy buraka cukrowego w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego i w różnych systemach uprawy konserwującej. *Rocz. Nauk.*, XVII(1), 55-61.
- [50] Gonet Z., 1991. Metoda i niektóre wyniki badań energochłonności systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.*, 2(30), VII, 7-18.
- [51] Grabowski Z., 2015. Międzyzplon ozimy, ścierniskowy czy śródplon? *Rolnicze ABC*, 7(298).
- [52] Graglia E., Melander B., Jansen R. K., 2006. Mechanical and cultural strategies to control *Cirsium arvense* in organic arable cropping systems. *Weed Res.*, 46, 304-312.

- [53] Gummerson R.J., 1986. The effect of constant temperatures and osmotic potential on the germination of sugar beet. *J. Exp. Bot.*, 37, 729-741.
- [54] GUS, 2020. Przedwinkowy szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodniczych w 2020 r.
- [55] Gutmański I., 1988. Obsada roślin a produktywność buraków cukrowych i pastewnych. *Mat. konfer. "Obsada a produktywność roślin uprawnych"*. Puławy, cz. I; 59-74.
- [56] Gutmański I., 1991. Nawożenie mineralne. [W:] *Produkcja buraka cukrowego*. Gutmański I. (red.), PWRiL Warszawa, 284-287.
- [57] Gutmański I., 1991. Obsada, rozmieszczenie i pomiary buraków. Wielkość i kształt korzeni. [W:] *Produkcja buraka cukrowego*. Gutmański I. (red.), PWRiL Poznań, 399-402.
- [58] Gutmański I., 1996. Niskonakładowa technologia produkcji buraka cukrowego. *Biul. IHAR Bydgoszcz*.
- [59] Gutmański I., Goszczyński T., Kreft K., Szymczak D., 1998. Wpływ dawek azotu na wysokość i jakość przemysłową plonu buraka cukrowego oraz na zawartość azotu mineralnego w profilu glebowym w okresie wegetacji. *Roczn. AR Poznań, CCCVII*, 243-253.
- [60] Gutmański I., Kreft K., Nowakowski M., Szymczak-Nowak J., 1999. Nowe kierunki uprawy buraka cukrowego. *ODR Minikowo*.
- [61] Gutmański I., Mikita J., 2000. Wpływ obornika i dawek azotu mineralnego na wydajność i jakość przetwórczą korzeni buraka cukrowego oraz na zawartość azotanów w profilu glebowym w okresie wegetacyjnym. *Folia Univ. Agric. Stetin.*, 211, *Agricultura*, (84), 121-126.
- [62] Gutmański I., Szymczak-Nowak J., Kostka-Gościński D., Nowakowski M., Banaszak H., 1998. Wpływ obornika, słomy i międzyplonów ścierniskowych na plonowanie buraka cukrowego przy zróżnicowanej koncentracji jego uprawy w płodozmianie. *Roczn. AR Poznań*, 307, *Roł.* 52(1), 263-271.
- [63] Hamza M.A., Anderson W.K., 2005. Soil compaction in cropping systems. A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Till. Res.*, 82, 121-145.
- [64] Hansen E. M., Kristensen K., Djurhuus J., 2000. Yield parameters as affected by introduction or discontinuation of catch crop use. *Agric. J.*, 92, 909-914.
- [65] Harasimowicz-Hermann G., Hermann J., 2006. Funkcja międzyplonów w ochronie zasobów mineralnych i materii organicznej gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 512, 147-155.
- [66] Hermle S., Anken T., Leifeld J., Weiskopf P., 2008. The effect of the tillage system on soil organic carbon content under moist, cold-temperature conditions. *Soil Till. Res.*, 98, 94-105.
- [67] Holland J.M., 2004. The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 103, 1-21.
- [68] <https://www.notowania.kpodr.pl/>
- [69] [https://www.notowania.kpodr.pl/userfiles/kalkulacje\\_rolnicze\\_2021\\_listopad/burak%20cukrowy.pdf](https://www.notowania.kpodr.pl/userfiles/kalkulacje_rolnicze_2021_listopad/burak%20cukrowy.pdf)
- [70] Jakubowska M., Cyplik A., Bocianowski J., Wielkopolan B., 2020. Wpływ wybranych cech chemicznych na wartość technologiczną plonu buraka cukrowego po zastosowaniu zabiegów na szkodniki glebowe. *Prog. Plant Prot.*, 60(4), 275-282.

- [71] Jakubowka M., Fiedler Ź., Bocianowski J., Torzyński K., 2018. Wpływ występowania przędziorków (Acari: Tetranychidae) na plon buraka cukrowego w zależności od odmiany. *Agron. Sci.*, LXXIII(1), 41-50.
- [72] Jakubowska M., Majchrzak L., 2013. Wpływ tradycyjnej i bezorkowej uprawy roli na zdrowotność i plonowanie buraków pastewnych. *Fragm. Agron.* 30(1), 45-53.
- [73] Jasińska Z., Kotecki A., (red.), 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Wyd. AR Wrocław.
- [74] Jaskulska I., Gałęzewski L., 2009. Aktualna rola międzyplonów w produkcji roślinnej i środowisku. *Fragm. Agron.* 26(3), 48-57.
- [75] Jaskulska I., Jaskulski D., Gałęzewski L., Kotwica K., Doroszewski A., Józwicki T., 2017. Plony i jakość technologiczna korzeni odmian buraka cukrowego oraz ich zmienność w województwie wielkopolskim i kujawsko-pomorskim. *Fragm. Agron.*,34(2), 18-27.
- [76] Jaskulska I., Najdowski Ł., Gałęzewski L., Kotwica K., Lamparski R., Piekarczyk M., Wasilewski P., 2017. Wpływ cało powierzchniowej uprawy bezplużnej i strip-till na zużycie paliwa oraz jakość korzeni buraka cukrowego. *Fragm. Agron.* ,34(3), 58-65.
- [77] Jaskulski D., 2000. Wpływ ilości i sposobu umieszczenia w glebie biomasy hubinu żółtego na wschody i początkowy wzrost pszenicy ozimej i jęczmienia jarego. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rol.*, 45, 39-46.
- [78] Jaskulski D., Jaskulska I., 2016. Współczesne sposoby i systemy uprawy roli w teorii i praktyce rolniczej. Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie. Oddział Poznań.
- [79] Jaskulski D., Jaskulska I., Kotwica K., Gałęzewski L., Wasilewski P., 2013. Zużycie paliwa na uprawę roli w zależności od stopnia jej uproszczenia przedplonu w zmianowaniu roślin. *Inż. Rol.*, 3(145), 109-116.
- [80] Jaskulski D., Kotwica K., Jaskulska I., Piekarczyk M., Osiński G., Pochylski B., 2012. Elementy współczesnych systemów uprawy roli i roślin-sutki produkcyjne oraz środowiskowe. *Fragm. Agron.*, 29(3), 61-70.
- [81] Jaskulski D., Tomalak S., 2001. Wpływ głębokości i sposobu umieszczenia biomasy różnych gatunków roślin w glebie na wschody i masę siewki jęczmienia jarego. *Zesz. Nauk. ATR Bydgoszcz, Rol.*, 47, 7-14.
- [82] Jaskulski D., Tomalak S., Kotwica K., 1997. Oddziaływanie biomasy roślin poplonowych rozkładających się w podłożu na początkowy wzrost jęczmienia jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 452, 71-81.
- [83] Kajak Z., 2001. *Hydrobiologia-Limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*, Wyd. PWN, Warszawa.
- [84] Kaniuczak Z., 2010. Występowanie oraz szkodliwość strąkowca bobowego (*Bruchus rufimanus* Boh.) na bobiku w rejonie Rzeszowa. *Prog. Plant Prot.*, 50(1), 117-120.
- [85] Kapusta F., 2012. Rośliny strączkowe źródłem białka dla ludzi i zwierząt. *Nauki Inż. Technol.*, 1(4), 16-32.
- [86] Kelton J. A. , Price A.J., Van Santen E., Balkcom K.S., Arriaga F.J., Shaw J.N., 2011. Weed seed bank density and composition in a tillage and landscape variability study. *Commun. Biometry Crop. Sci.*, 6(1), 21-30.
- [87] Kęsik T., 2005. Współczesne systemy uprawy roli. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 515, Rol. 86, 231-241.

- [88] Khan M., 2013. Projections for 2013 Sugar beet Crop plus Soil Temperature and Sugar beet Seed Emergence. NDSU & University of Minnesota Extension Service.
- [89] Koch H.J., Dieckmann J., Büchse A., Märländer B., 2009. Yield decrease in sugar beet caused by reduced tillage and direct drilling. *Europ. J. Agron.*, 30, 101-109.
- [90] Kocoń A., 2005. Nawożenie jakościowej pszenicy jarej i ozimej a plon i jakość ziarna. *Pam. Puław.*, 139, 55-64.
- [91] Kołota E., Orłowski M., Biesiada A., 2007. *Warzywnictwo*. Wyd. UP Wrocław, 405-422.
- [92] Korbas M., Mrówczyński M., 2009. Integrowana produkcja pszenicy ozimej i jarej. IOR-PIB, Poznań.
- [93] Kordas L., 2000. Studia nad optymalizacją uprawy buraka cukrowego na glebie średniej. Rozprawa 171, AR Wrocław.
- [94] Kordas L., 2005. Energy and economic effects of reduced tillage in crop rotation. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 4(1), 51-59.
- [95] Kordas L., Spyra M., 2013. Ocena stosowania różnych systemów uprawy roli i regeneracji stanowisk na zachwaszczenie żyta ozimego uprawianego w krótkotrwałej monokulturze. *Fragm. Agron.*, 30(2), 87-93.
- [96] Kostka-Gościński D., Szymczak-Nowak J., Nowakowski M., Sitarski A., Wąsacz E., Banaszak H., 2000. Wpływ nawożenia słomą i obornikiem na jakość przetwórczą wybranych odmian buraka cukrowego. *Folia Univ. Agric. Stetin.*, 211, *Agricultura*, 84, 175-178.
- [97] Kozłowski R.J., Przybylak A., Niedbała G., 2011. Doradcza aplikacja internetowa wspomagająca ochronę plantacji buraka cukrowego. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 56(1), 82-85.
- [98] Krause U., Koch H.J., Maerlaender B., 2009. Soil properties effecting yield formation in sugar beet under ridge and flat cultivation. *Eur. J. of Agron.*, 31, 20-28.
- [99] Krężel R., Parylak D., Zimny L., 1999. *Zagadnienia uprawy roli i roślin*. Wyd. AR Wrocław.
- [100] Księżak J., Faligowska A., Hejdysz Marcin, Jerzyk M. A., Kasproicz-Potocka M., Kuzuś R., Koziara W., Mięka R., Panasiewicz K., Rutkowski A., Stawiński S., Szukała J., Szymańska G., 2015. Wybrane zagadnienia uprawy roślin strączkowych. Fundacja Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA.
- [101] Kuc P., 2006. Optymalizacja produkcji buraka cukrowego w warunkach różnych systemów uprawy. Praca doktorska, AR Wrocław.
- [102] Kuc P., Tendziagolska E., 2011. Plonowanie buraka cukrowego w różnych wariantach uprawy roli. *Fragm. Agron.*, 28(3), 63-69.
- [103] Kuc P., Zimny L., 2004. Kształtowanie się właściwości fizycznych gleby pod wpływem zróżnicowanych systemów uprawy buraka cukrowego. *Ann. UMCS, Sect. E, Agricultura*, 59(3), 1129-1138.
- [104] Kuc P., Zimny L., 2005. Plonowanie i jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego uprawianego w warunkach różnych systemów uprawy. *Ann. UMCS, Sec. E*, 60, 133-143.
- [105] Kucharska M., Bobrecka-Jamro D., Jarecki W., 2014. Stan produkcji nasion roślin strączkowych w województwie podkarpackim w latach 2014. *Fragm. Agron.*, 31(1), 44-52.

- [106] Kuczuk A., 2012. Uprawa buraka cukrowego w ekologicznym i konwencjonalnym systemie produkcji-aspekty produkcyjno-ekonomiczne. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 57(4), 19-24.
- [107] Kulig B., Ziółek W., 1996. Plonowanie zróżnicowanych morfologicznie odmian grochu siewnego i bobiku w zależności od nawożenia azotem. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 446, 207-212.
- [108] Kuś J., Jończyk K., 1999. Wpływ międzyplonów i sposobu uprawy roli na plonowanie roślin i zawartość azotu mineralnego w glebie. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A*, 114(3/4), 83-95.
- [109] Kuś J., Jończyk K., 2000. Regenerująca rola międzyplonów w zbożowych członach zmianowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 470, 59-65.
- [110] Kuusela E., Khalili H., Nykanen-Kurki P., 2004. Fertilisation, seed mixtures and supplementary feeding for annual legume-grass-cereal pastures in organic milk production systems. *Livest. Prod. Sci.*, 85, 113-127.
- [111] Kwiatkowski C., 2012. Rola międzyplonów we współczesnym rolnictwie. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 28(2), 79-95.
- [112] Lipiec J., Horn R., Pietrusiewicz J., Siczek A., 2012. Effects of soil compaction on root elongation and anatomy of different cereal plant species. *Soil Till. Res.*, 121, 74-81.
- [113] Liszewski M., Błazewicz J., 2016. Wpływ nawożenia azotem na wysokość i jakość plonu nagoziarnistej odmiany jęczmienia jarego. *Fragm. Agron.*, 33(1), 65-75.
- [114] Malec J., 1997. Warunki produkcji buraków cukrowych w Polsce i ich wpływ na jakość surowca. *Mat. konfer. „Postęp w uprawie buraka cukrowego i w jakości korzeni”*, Warszawa, 74-84.
- [115] Malec J., 2007. Konkurencja cukru trzcinowego z buraczanym na przestrzeni wieków. *Gazeta Cukrownicza*, 15(09), 298-303.
- [116] Malicki L., Michałowski C., 1994. Problem międzyplonów w świetle doświadczeń. *Post. Nauk Roln.*, 4, 3-18.
- [117] Małecka I., Bleharczyk A., Sawińska Z., Piechota T., Waniorek B., 2012. Plonowanie zbóż w zależności od sposobów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 29(1), 114-123.
- [118] Marshall E.J.P., Brown V.K., Boatman N.D., Lutman P.J.W., Squire G.R., Ward L. K., 2003. The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Res.*, 43, 77-89.
- [119] Mercik S., Urbanowski S., Lenart S., 2009. Plonowanie i cechy jakościowe buraków cukrowych w zależności od nawożenia w wieloletnich doświadczeniach. *Fragm. Agron.* 26(1), 67-75.
- [120] Miglierina A.M., Iglesias J.O., Landriscini M.R., Galantini J.A., Rosell R.A., 2000. The effect of crop rotation and fertilization on wheat productivity in the Pampean semiarid region of Argentina. *Soil Tillage Res.*, 53, 129-135.
- [121] Müller T., Thorup-Kristensen K., Magid J., Jensen L.S., Hansen S., 2006. Catch crops affect nitrogen dynamics in organic farming systems without livestock husbandry-Simulations with the DAISY model. *Ecol. Modell.*, 191, 538-544.
- [122] Nosalewicz A., Kuś J., Lipiec J., 2009. Wpływ sposobu uprawy na opór penetracji gleby. *Acta Agrophys.*, 14(3), 675-682.

- [123] Nowak L., 1978. Wpływ zróżnicowanego nawożenia i nawadniania na dynamikę zawartości podstawowych składników pokarmowych i wartość paszową liści buraka cukrowego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 199, 139-177.
- [124] Nowak L., 2006. Nawadnianie roślin okopowych w Nawadnianie roślin. Karczmarczyk S. i Nowak L. (red.), PWRiL, 367-381.
- [125] Nowakowski M., 2017. Międzyplony ścierniskowe a uprawa buraka cukrowego. Bez Pługa, 1, 20-24.
- [126] Nowakowski M., Gutmański I, Kostka-Gościniak D., 1996. Plonowanie i antymybiotyczne działanie nowych odmian rzodkwi oleistej, gorczyicy białej i facelii błękitnej uprawianych w międzyplonie ścierniskowym. Oil Crops, XVII/1, 215-221.
- [127] Nowakowski M., Krüger K.W., 1997. Wpływ dawek azotu stosowanych w trzech terminach na wielkość i jakość plonu buraka cukrowego. Cz. 1. Zawartość azotu mineralnego w profilu glebowym w okresie wiosennym. Biul. IHAR, 202, 105-115.
- [128] Orzech K., Wanic M., Nowicki J., 2002. Masa resztek pozbiorowych i zawartości próchnicy w glebie, w zależności od zróżnicowanej uprawy gleby średniej. Fragm. Agron. 2(74), 191-197.
- [129] Ostrowska D., 2001. Czynniki wpływające na jakość buraka cukrowego. Wieś Jutra, 1.
- [130] Ostrowska D., Artyszak A. (red.), 2005. Technologia produkcji buraka cukrowego. Wyd. Wieś Jutra.
- [131] Ostrowska D., Kucińska K. 1995. Effect of mineral nitrogen applied in differentiated organic fertilization on the yield and quality of sugar beet. Ann. Warsaw Agricult. Univ.-SGGW, Agriculture, 29, 67-73.
- [132] Ostrowska D., Kucińska K. 1998. Wpływ wzrastającego nawożenia azotem oraz różnych form nawozów organicznych na plon i jakość buraka cukrowego. Roczn. AR Poznań, 307, 273-278.
- [133] Ostrowski J., Łabędzki L., Kowalik W., Kanecka-Geszke E., Kasperska-Wołowicz W., Smarzyńska K., Tusiński E., 2008. Atlas niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych w Polsce. Falenty-Warszawa, Wyd. IMUZ, 19-32.
- [134] Pabin J., Sienkiewicz J., 1984. Wpływ zagęszczenia gleby i głębokości siewu nasion na wschody i plonowanie buraków cukrowych. Roczn. Glebozn., 35, 3-4, 75-86.
- [135] Pabin J., Sienkiewicz J., Włodek S., 1991. Effect of loosening and compacting on soil physical properties and sugar beet yield. Soil Till. Res., 19, 345-350.
- [136] Parylak D., 1996: Wpływ przyorywanego międzyplonu ścierniskowego na niektóre właściwości gleby i plonowanie pszenżyta ozimego w krótkotrwałej monokulturze. Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol., 67, 197-207.
- [137] Piechota T., 2015. Pasowa uprawa roli - stan obecny i perspektywy. Mat. konfer. Poznań-Szamotuły, UP Poznań, 154-155.
- [138] Piekarczyk M., 2020. Studia nad bezpłuną uprawą roli oraz stosowaniem biomasy roślinnej i popiołu ze słomy na glebie płowej. Wyd. UTP Bydgoszcz.
- [139] Piszczek J., Mrówczyński M., 2012. Metodyka integrowanej ochrony buraka cukrowego i pastewnego dla doradców. IOR-PIB.

- [140] Podlaski S., Chołuj D., Wiśniewska A., 2017. Kształtowanie się plonu buraka cukrowego w zależności od wybranych czynników środowiskowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 590, 59-71
- [141] Podleśny J., 2004. Rośliny strączkowe w Polsce i w krajach Unii Europejskiej. Post. Nauk Roln., 4, 83-95.
- [142] Poniatowska J., 2003. Gęstość objętościowa gleb mineralnych i jej znaczenie dla warunków rozwoju roślin. Soil Sci. Annu., 54(4), 103-113.
- [143] Prośba-Białczyk U., 2004. Wpływ nawożenia międzyplonami ścierniskowymi i azotem na produktywność i jakość technologiczną buraka cukrowego. Annales UMCS, sec. E., 59., 1193-1202.
- [144] Prośba-Białczyk, U., Regiec P., Mydlarski M., 2001. Impact of nitrogen fertilisation on the technological value of sugar beet cultivar roots. Elect. J. Polish Agric. Univ., 4(1), 1-12.
- [145] Prusiński J., 2007. Wybrane wskaźniki produktywności grochu siewnego w warunkach wzrastającej intensywności technologii uprawy. Acta Sci. Pol., Agricultura 6(4), 43-51.
- [146] Radhika K., Hemalatha S., Maragatham S., Praveena S.K., 2013. Placement of nutrients in soil: A Review. Research and Reviews: JAAS, 2(2), 12-19.
- [147] Rajewski J., 2009. Zastosowanie uprawy konserwującej w produkcji buraka cukrowego. Praca doktorska. AR Wrocław.
- [148] Rajewski J., Zimny L., Kuc P., 2008. Wpływ różnych wariantów uprawy konserwującej na wartość technologiczną korzeni buraka cukrowego. Probl. Inż. Rol., 1, 109-116.
- [149] Rajewski J., Zimny L., Kuc P., 2009. Wpływ różnych wariantów uprawy konserwującej pod burak cukrowy na wybrane właściwości fizyczne gleby. Probl. Inż. Rol., 2, 65-73.
- [150] Rajewski J., Zimny L., Kuc P., 2012. Wpływ różnych wariantów uprawy konserwującej buraka cukrowego na właściwości chemiczne gleby. Fragm. Agron., 29(2), 98-104.
- [151] Ramirez D. A., Yactayo W., Gutierrez R., Mares F., De Mendiburu F., Posadas A., Quiroz R., 2014. Chlorophyll concentration in leaves is an indicator of potato tuber yield in water- shortage conditions. Sci. Hort., 168, 202-209.
- [152] Randall G.W., Hoelt R.G., 1988. Placement methods for improved efficiency of P and K fertilizers: A review. J. Prod. Agric., 1, 70-79.
- [153] Roszak A., 2020. Lista opisowa odmian roślin rolniczych 2020. Gacek E.S. (red.), COBO, 24/2020.
- [154] Różniak M., 2016. Ocena możliwości uprawy pszenicy ozimej w technologii strip-till. Praca doktorska. UTP Bydgoszcz.
- [155] Salehian H., Modaresi H., Habibian L., Valiollahpor R., 2014. Cover crop (*Trifolium alexandrinum*) effects on weed seed bank. IJFAS, 3(2), 147-151.
- [156] Sharratt B.S., 2002. Corn stubble height and residue placement in the northern US Corn Belt. II. Spring microclimate and wheat development. Soil Till. Res., 64, 253-261.
- [157] Sienkiewicz S., Krzebietke S., Wojnowska T., Panak H., Czapla I., 2005. Technological quality of sugar beets under influence of FYM and potassium fertilization in a permanent field trial. Fragm. Agron. 22(1), 254-263.

- [158] Skinder Z., Lemańczyk G., Wilczewski E., 2007. Wartość wybranych roślin motylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym na glebie lekkiej. Cz.1. Wydajność biomas i zdrowotność roślin. Acta Sci. Pol., Agricultura, 6(1), 23-33.
- [159] Słowiński H., Prośba-Białczyk U., Pytlarz-Kozicka M., Nowak W., 1997. Wpływ nawożenia organicznego i mineralnego na zawartość makroskładników i cukru w buraku cukrowym. Biul. IHAR, 202, 149-157.
- [160] Smagacz J., 2011. Uprawa roli-aktualne kierunki badań i najnowsze tendencje. PIB Puławy.
- [161] Songin W., 1998. Międzyplony w rolnictwie proekologicznym. Post. Nauk Roln., 2, 43-51.
- [162] Spiertz J.H.J., Haverkort A.J., Vereijken P.H., 1996. Environmentally safe and consumer-friendly potato production in the Netherlands. 1. Development of ecologically sound productions systems. Potato Res., 39, 371-378.
- [163] Stanek R., 2012. Dobre praktyki rolnicze w produkcji integrowanej z zastosowaniem pożytecznych mikroorganizmów w uprawie buraka. Stowarzyszenie Ekosystem. Dziedzictwo Natury, 8-60.
- [164] Stępień A., Adamiak J., 2002. Wpływ różnych sposobów nawożenia na plonowanie buraka cukrowego. Rocz. Nauk Rol., Ser. A, 116(1-4), 89-100.
- [165] Stępień A., Pawluczuk J., Adamiak J., Marks M., Buczyński G., 2010. Wpływ wybranych czynników klimatycznych Polski północno-wschodniej na jakość plonu korzeni buraka cukrowego. Fragm. Agron., 27(1), 170-176.
- [166] Stop-Bowitz C., 1969. A contribution to our knowledge of the systematic and zoogeography of Norwegian earthworms (Annelida Oligochaeta: Lumbricidae). Nytt. Mag. Zool., 17, 169-280.
- [167] Stopes C., Milington S., Woodward L., 1996. Dry matter and nitrogen accumulation by three leguminous green manure species and the yield of a following wheat crop in an organic production system. Agric. Ecosyst. Environ., 57, 189-196.
- [168] Sztuder H., Kaus A., 2007. Koszty różnych sposobów aplikacji nawozów w uprawie pszenicy ozimej. Probl. Inż. Rol., 3(91), 173-178.
- [169] Szwejkowska B., 2004. Wpływ sposobu uprawy na plonowanie grochu siewnego. Fragm. Agron., 3, 120-126.
- [170] Szwejkowska B., 2005. Wpływ intensywności uprawy grochu siewnego na zawartość i plon białka. Acta Sci. Pol., Agricultura, 4(1), 153-161.
- [171] Šařec P., Šařec O., Srb K., Dobek T., 2009. Analiza produkcji buraka cukrowego w zależności od różnych technologii przygotowania roli. Inż. Rol., 1(110), 273-280.
- [172] Świącicki W.K., Surma M., Kozłowska W., Skrzypczak G., Szukała J., Bartkowiak-Broda I., Zimny J., Banaszak Z., Marciniak K., 2011. Nowoczesne technologie w produkcji roślinnej przyjazne dla człowieka i środowiska, Pol. J. Agron., 7, 102-112.
- [173] Talarczyk W., Łowiński Ł., 2017. Narzędzia i maszyny stosowane w różnych systemach uprawy roli. Tech. Rol. Ogrod. Leśna, 2, 11-14.
- [174] Thomsen I.K., 2005. Nitrate leaching under spring barley is influenced by the presence of a ryegrass catch crop: Results from a lysimeter experiment. Agric. Ecosys. Envir., Agriculture, 111, 21-29.



- [175] Tremblay N., 2004., Determining nitrogen requirements from crop characteristics. *Recent Res. Devel. Agron. Hort.*, 1, 157-182.
- [176] Waleriańczyk W., A. Butwiłowicz, I. Ogłaza, D. Książek, 1990. Kryteria oceny wartości technologicznej buraków cukrowych i możliwości ich wykorzystania w praktyce przemysłowej. *Gazeta Cukrownicza*, 9, 175-179.
- [177] Wesołowski M., Cierpiała R., 2013. Wpływ przyorywanego rodzaju międzyplonu ścierniskowego na plonowanie i zachwaszczenie owsa w uprawie ekologicznej. *Fragm. Agron.*, 30(1), 133-144.
- [178] Wilczewski E., 2011. Wartość przedplonowa roślin motylkowatych uprawianych w międzyplonie ścierniskowym dla pszenicy jarej, Cz. I. Plon ziarna i słomy. *Fragm. Agron.*, 28(1), 96-106.
- [179] Wilczewski E., Piotrowska-Długosz A., Lemańczyk G., 2014. Influence of catch crop on soil properties and yield of spring barley. *Int. J. Plant Prod.*, 8(3), 391-407.
- [180] Wiśniewski W., 1991. Wymagania klimatyczne. Woda. [W:] *Produkcja buraka cukrowego*. I. Gutmański (red.), PWRiL Poznań, 79-83.
- [181] Wojciechowski W., Zawieja J., 2001. Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na produktywność gleb po powodzi. Cz. I. Wpływ na właściwości fizyczne gleb. *Zesz. Nauk. AR Wrocław, Rol.*, 80, 169-177.
- [182] Wojnar J., Cichocka I., 2011. Tendencje zmian oraz zróżnicowanie regionalne produkcji buraków cukrowych w Polsce. *Rocz. Nauk. Stow. Ekon. Rol. Agrobiz.*, XIII(3), 345-349.
- [183] Wójcik S., 2006. Plonowanie i jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego w zależności od stymulacji nasion. *Inż. Roln.*, 6, 383-388.
- [184] Wrzesińska E., Pużyński S., Nurkiewicz G., Komorowska A., 2016. Wpływ międzyplonu ścierniskowego na zawartość i rozmieszczenie diaspor chwastów w glebie. *Fragm. Agron.*, 33(1), 96-103.
- [185] Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Michalska B., 2004. Plonowanie buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w rejonie Polski środkowej. *Biul. IHAR*, 234, 49-56.
- [186] Wyszyński Z., Kalinowska-Zdun M., Roszkowska B., Laudański Z., Gozdowski D., 2002. Plony i jakość korzeni buraka cukrowego na plantacjach produkcyjnych w zależności od nawożenia mineralnego, pH i zasobności gleb w fosfor i potas. *Biul. IHAR*, 222, 231-238.
- [187] Zając T., Antonkiewicz J., 2006. Zawartość i nagromadzenie NPK w biomase międzyplonów ścierniskowych i wsiewek śródplonowych w zależności od doboru gatunków i sposobu ich siewu. *Pam. Puław.* 142, 595-606.
- [188] Zaniewicz-Bajkowska A., Franczuk J., Rosa R., Kosterna E., 2012. Nawozy zielone na Mazowszu. *Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego Warszawa*.
- [189] Zaniewicz-Bajkowska A., Rosa R., Kosterna E., Franczuk J., 2013. Catch crops for green manure: Biomass yield and macroelement content depending on the sowing date. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 12(1), 65-79.
- [190] Zielke, R.C., 1973. Yield, quality and sucrose recovery from sugar beet root and crown. *J. Am. Soc. Sugar Beet Technol.*, 17, 332-344.
- [191] Zimny L., 1999. Uprawa konserwująca. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 5, 41-52.

- [192] Zimny L., Malak D., Waclawowicz R., 2005. Reakcja buraka cukrowego na różne systemy nawożenia. *Fragm. Agron.*, 22(1), 622-633.
- [193] Zimny L., Rajewski J., Regiec P., 2010. Wpływ uprawy konserwującej na wartość technologiczną korzeni buraka cukrowego. *Annal. UMCS, sec. E, Agric.*, 65(2), 110-118.
- [194] Zwierkowski A., Skwierz M., 2016. Wpływ międzyplonów i wariantów uprawy na plon buraka cukrowego. *Agrotechnika Burak cukrowy*, 12-14.

## STRESZCZENIE

### **Wpływ uprawy roli, międzyplonu ścierniskowego i dawki azotu na właściwości gleby i plonowanie buraka cukrowego (*Beta vulgaris* L.)**

**mgr Beata Sokół**

**Słowa kluczowe: technologia uprawy roli, międzyplon ścierniskowy, burak cukrowy, nawożenie azotem**

Technologia uprawy pasowej jest coraz bardziej popularna w Polsce, z racji mniejszych nakładów finansowych i mniejszej czasochłonności w porównaniu do tradycyjnej uprawy orkowej.

W rozprawie doktorskiej skupiono się na zagadnieniach dotyczących głównego celu badań, jakim było określenie wpływu technologii uprawy roli i międzyplonu ścierniskowego na właściwości gleby oraz wzrost, plonowanie i cechy jakościowe buraka cukrowego (*Beta vulgaris* L.), w zależności od nawożenia azotem.

W hipotezie badawczej założono, że uprawa pasowa, która w mniejszym stopniu niż uprawa tradycyjna, napowietrza glebę, może przyczynić się do zmniejszenia mineralizacji materii organicznej w glebie i tym samym poprawy jej właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych. Wykorzystanie międzyplonów ścierniskowych, zwłaszcza w postaci mulczu, może poprawić zaopatrzenie buraka cukrowego w składniki odżywcze oraz zwiększyć wilgotność gleby w okresie wschodów i początkowego wzrostu tej rośliny. Zmiany te mogą natomiast przyczynić się do poprawy plonowania i cech jakościowych buraka cukrowego.

Ścisłe, trzyczynnikowe badania polowe, przeprowadzono w latach 2016-2019. Doświadczenie zostało założone na glebie płowej, wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, kompleksu żyniego dobrego, klasy bonitacyjnej IV a. Doświadczenie realizowano w układzie losowanych podbloków (split-split-plot), w 4 powtórzeniach, na łącznie 48 poletkach, każde o powierzchni 30 m<sup>2</sup>, z czego do zbioru roślin przeznaczono 15,12 m<sup>2</sup>. Doświadczenie, zlokalizowane było na terenie Stacji Badawczej Wydziału Rolnictwa i Biotechnologii w Mochełku (53°13'N, 17°51'E), koło Bydgoszczy.

Badania polowe obejmowały ocenę wpływu technologii uprawy roli (uprawa pasowa z jednoczesnym siewem kłębków buraka cukrowego w mulcz z międzyplonów ścierniskowych; uprawa tradycyjna – czynnik I); nawożenia azotem (120 kg·ha<sup>-1</sup>, 160 kg·ha<sup>-1</sup> – czynnik II) oraz międzyplonu ścierniskowego, wykorzystywanego jako zielony nawóz (groch siewny 'Hubal', wyka siewna 'Hanka' oraz kontrola (bez międzyplonu) – czynnik III).

Wyniki badań własnych wykazały, że sposób uprawy roli wywierał zróżnicowany w latach wpływ na właściwości fizyczne gleby, to jest temperaturę, wilgotność i opór penetracji. Wpływ technologii uprawy roli na plon korzeni buraka cukrowego był zależny od roku badań. W 2017 roku, cechującym się wysokimi sumami opadów atmosferycznych, stwierdzono dodatni wpływ uprawy pasowej na tę cechę. W tym samym roku stwierdzono także istotny, dodatni wpływ międzyplonów ścierniskowych na plon korzeni spichrzowych. W dwóch kolejnych latach badań, nie stwierdzono istotnego wpływu badanych czynników na plonowanie buraka cukrowego.

Uprawa pasowa, wpływała korzystnie również na zawartość sacharozy w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego, jednak tylko w pierwszym roku badań, cechującym się dobrym zaopatrzeniem w wodę opadową. Stwierdzono także, że plon korzeni i zawartość cukru były ze sobą ujemnie skorelowane. Plon korzeni oraz zawartość w nich cukru nie były zależne od dawki azotu. Nie

stwierdzono również istotnego wpływu międzyplonów na zawartość sacharozy w korzeniach spichrzowych buraka cukrowego.

Przedstawione w rozprawie doktorskiej i przeanalizowane wyniki badań w zakresie najistotniejszych zagadnień dotyczących uwarunkowań plonowania buraka cukrowego pozwalają stwierdzić, że ta technologia, stosowana w uprawie buraka cukrowego może przynosić korzystne efekty nie tylko w postaci obniżenia kosztów uprawy, ale również możliwości poprawy plonowania tej rośliny. Szczególnie interesujące jest połączenie technologii uprawy pasowej z mulczowaniem gleby biomasą międzyplonu ścierniskowego. Dla roślin uprawianych w szerokiej rozstawie rzędów, uprawa pasowa przynosi najwięcej korzyści, w postaci ograniczenia nakładów. Z uwagi na relatywnie krótki czas stosowania tej technologii w Polsce, istnieje potrzeba kompleksowego zbadania jej wpływu na właściwości gleby. Umożliwi to lepsze zrozumienie procesów zachodzących w glebie i w roślinie, poddanych działaniu czynników agrotechnicznych.

## **ABSTRACT**

### **Impact of soil tillage, catch crop and nitrogen rate on soil properties and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield**

**mgr Beata Sokół**

**Key words: tillage technology, catch crop, sugar beet, nitrogen fertilization**

The technology of strip tillage is becoming more and more popular in Poland due to lower financial outlays and less time-consuming compared to traditional plowing cultivation.

The doctoral dissertation focused on issues related to the main objective of the research which was to determine the influence of soil cultivation technology and stubble intercrop on soil properties as well as growth, yielding and quality characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), depending on nitrogen fertilization.

The research hypothesis assumed that strip tillage which aerates the soil to a lesser extent than conventional tillage may contribute to reducing the mineralization of organic matter in the soil and thus improving its physical, chemical and biological properties. The use of stubble catch crops, especially in the form of mulch, can improve the nutrient supply of sugar beet and increase soil moisture during the period of emergence and initial growth of this plant. These changes may contribute to the improvement of the yield and quality characteristics of sugar beet.

A strict three-factor field study was carried out in the years 2016-2019. The experiment was established on lessive soil made of strong clay sand, good rye complex, valuation class IV a. The experiment was carried out in a randomized sub-block system (split-split-plot), in 4 repetitions, on a total of 48 plots, each with an area of 30 m<sup>2</sup>, of which 15,12 m<sup>2</sup> was allocated for plant harvesting. The experiment was located at the Research Station of the Faculty of Agriculture and Biotechnology in Mochełek (53°13'N, 17°51'E), near Bydgoszcz.

The field research included the assessment of the impact of the cultivation technology (strip cultivation with simultaneous sowing of sugar beet ball into mulch from stubble intercrops; traditional cultivation – factor I); nitrogen fertilization (120 kg·ha<sup>-1</sup>, 160 kg·ha<sup>-1</sup> – factor II) and stubble intercrop used as green fertilizer (pea 'Hubal', vetch 'Hanka' and control (without catch crop) – factor III).

The results of author's own research showed that the tillage method had an impact on the physical properties of the soil, i.e. temperature, humidity and penetration resistance, that varied over the years. The impact of tillage technology on the sugar beet root yield depended on the year of the research. In 2017, characterized by high sums of precipitation, a positive effect of strip tillage on this feature was found. In the same year, a significant positive effect of stubble intercrops on the yield of storage roots was also found. In two subsequent years of research no significant influence of the examined factors on the sugar beet yield was found.

Strip cultivation also had a positive effect on the sucrose content in sugar beet storage roots but only in the first year of the study which was characterized by a good supply of rainwater. It was also found that the root yield and the sugar content were negatively correlated with each other. The yield of the roots and their sugar content were not dependent on the nitrogen dose. There was also

no significant effect of catch crops on the sucrose content in sugar beet storage roots.

The results of the research presented in the doctoral dissertation and analyzed in the field of the most important issues regarding the conditions of sugar beet yielding allow us to conclude that this technology, used in sugar beet cultivation, can bring beneficial effects not only in the form of lower cultivation costs but also the possibility of improving the yield of this plant. The combination of strip tillage technology with soil mulching with the biomass of stubble intercrop is particularly interesting. For crops grown with a wide row spacing, strip tillage has the greatest benefit in terms of input savings. Due to the relatively short time of application of this technology in Poland there is a need for a comprehensive study of its impact on soil properties. This will enable a better understanding of the processes taking place in the soil and in the plant that have been subjected to agrotechnical factors.



