Jacek PRZYBYŁ, Ireneusz KOWALIK, Jacek DACH, Zbyszek ZBYTEK *
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Instytut Inżynierii Rolniczej
ul. Wojska Polskiego 50, 60-627 Poznań
e-mail: jprzybyl@up.poznan.pl
* Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych
ul. Starołęcka 31, 60-963 Poznań

ANALYSIS OF THE OPERATION QUALITY OF AGGREGATES FOR PRE-SOW TILLAGE

Summary

There are a lot of agrotechnical requirements for aggregates for pre-sow soil tillage that are rarely fulfilled. This is a comparative study of two aggregates equipped with different working elements in the loosening section. The study evaluates the quality of operation on the basis of the results of the working depth measurements, the thickness of the layer in tillage, leveling of the field surface, lumping and compactness of the soil. The quantity of plants after the sprouting of the winter wheat, sugar beet and winter rape have been calculated. The conclusion is that the tillage aggregate U654 equipped with a loosening section with spring teeth ending in a narrow point better prepares the soil for sowing than the aggregate Kompaktor equipped with rigid teeth with broad share.

ANALIZA JAKOŚCI PRACY AGREGATÓW DO UPRAWY PRZEDSIEWNEJ

Streszczenie

Agregatom do przedsiewnej uprawy roli stawiane są liczne wymagania agrotechniczne, które rzadko są spełnione. Przeprowadzono badania porównawcze dwóch agregatów wyposażonych w różne elementy robocze sekcji spulchniającej. Dokonano oceny jakości pracy na podstawie wyników pomiaru głębokości roboczej, miąższości uprawianej warstwy, wyrównania powierzchni pola, zbrylenia gleby i zwięzłości gleby. Obliczono obsadę roślin po wschodach pszenicy ozimej, buraków cukrowych i rzepaku ozimego. Stwierdzono, że agregat uprawowy U654, wyposażony w sekcję spulchniającą z zębami sprężynowymi zakończonymi wąską redliczką, lepiej przygotowuje rolę do siewu, niż agregat Kompaktor, wyposażony w zęby sztywne z gęsiostopką.

1. Wstęp

Przedsiewne przygotowanie roli powinno być wykonane na głębokość siewu nasion, ponieważ optymalne warunki do wschodów i rozwoju roślin istnieją wtedy, gdy wysiane nasiona stykają się od dołu z wilgotną, nie wzruszoną przez uprawę warstwą gleby, a z wierzchu są przykryte gruzełkowatą, spulchnioną, ale nie rozpyloną warstwą nagrzanej roli, zapewniającą dobry dostęp do nasion powietrza. Przygotowanie gleby do siewu powinno nastąpić w możliwie małej liczbie zabiegów uprawowych, a najlepiej tylko w jednym, ponieważ każdy kolejny przejazd zwiększa rozpylenie gleby, które sprzyja powstawaniu zaskorupienia, powoduje dodatkowe koleiny (zagęszczanie gleby) i stwarza nierówne warunki wschodów oraz zwiększa koszty [10, 12]. Dlatego powierzchnia pola powinna być pokryta gruzełkami o średnicy 0,5-2,5 mm, a gęstość objętościowa gleby pod nasionami powinna wynosić 1,4-1,5 g/cm³, co odpowiada pożądanej przez rośliny porowatości gleby wynoszącej 43-48%. [2]. Paltik i in. [9] podają, że gęstość objętościowa gleby pod nasionami buraka cukrowego powinna wynosić 1,35-1,55 g/cm³. Ponadto w celu uzyskania właściwej jakości zabiegu uprawowego prędkość robocza powinna wynosić 7-10 km/h. Duża liczba przejazdów po polu, zwłaszcza spulchnionym, czyli najbardziej narażonym na ugniatanie, powoduje wzrost gęstości gleby, pociągając za sobą jej zawilgocenie i utrudnione przenikanie w głąb rozwijających się korzeni [2, 11, 13, 14]. Przedstawione wymagania agrotechniczne, jakie stawia technice rolniczej prawidłowe przygotowanie gleby do siewu, stanowią jednocześnie podstawowe założenia, które musi spełnić agregat do uprawy przedsiewnej.

Jeżeli głębokość uprawy ma odpowiadać głębokości siewu, to agregat musi posiadać dokładną regulację głębokości roboczej. Praktycznym rozwiązaniem tego problemu jest umieszczenie sekcji spulchniającej agregatu między dwoma wałami. Zmiana położenia sekcji względem wałów zmienia jednocześnie głębokość pracy. Bardzo ważnym wymogiem, który powinien spełniać agregat jest jednakowa głębokość pracy na całej szerokości roboczej, która zależy od budowy sekcji spulchniającej glebę, czyli od rodzaju zastosowanych zębów. Ten wymóg najdokładniej spełniają zęby sztywne, ewentualnie sprężynowe, z gęsiostopką. Zęby z gęsiostopką idealnie podcinają glebę na głębokości siewu, tworząc równe dno uprawy z bardzo dobrym kapilarnym podsiąkaniem wody.

W przypadku stosowania zębów sprężynowych z wąską redliczką liczy się ich kształt i gęstość śladów. Najlepszym rozwiązaniem są zęby sprężynowe, z wibrującą, niemal pionową częścią roboczą, rozmieszczone na 4-5 belkach, tak aby gęstość ich śladów wynosiła 50-60 mm. Wtedy dno uprawy jest prawie płaskie, a więc nasiona mają takie same warunki kiełkowania. Przy większym rozstawie śladów między zębami, zachodzi konieczność niepożądanego zwiększenia głębokości pracy.

2. Cel pracy

Przedstawione wymagania agrotechniczne nie znajdują odzwierciedlenia w ofercie rynkowej agregatów do uprawy przedsiewnej. Oferta agregatów wyposażonych w sekcję

spulchniającą zbudowaną z zębów zakończonych gęsiostopką jest nieliczna. Dominują agregaty wyposażone w zęby sprężynowe z wąską redliczką o odległości miedzy ich śladami ok. 100 mm. Dlatego przeprowadzone badania miały udzielić odpowiedzi na następujące pytanie: czy zastosowanie do przedsiewnej uprawy roli agregatu wyposażonego w sekcję spulchniającą z zębami sprężynowymi zakończonymi wąską redliczką, o rozstawie śladów ok. 100 mm, a więc dwukrotnie większym od zalecanego, umożliwia uzyskanie podobnych cech górnej warstwy roli, jak zastosowanie agregatu wyposażonego w zęby z gesiostopką?

3. Metodyka badań

Do badań wybrano dwa agregaty, o budowie odpowiadającej przedstawionemu wyżej podziałowi agregatów do uprawy przedsiewnej. Z pierwszej grupy agregatów wyposażonych w sekcję spulchniającą zbudowaną z zębów zakończonych gęsiostopką wybrano agregat Kompaktor firmy Lemken, a z grupy drugiej agregat do uprawy przedsiewnej U654 produkcji Sipma S.A. Dane techniczne badanych agregatów zestawiono w tab. 1.

Ocenę jakości pracy agregatów przeprowadzono na podstawie wyników pomiaru głębokości roboczej, miąższości uprawianej warstwy, wyrównania powierzchni pola, zbrylenia gleby i zwięzłości gleby. Obliczono także obsadę roślin po wschodach pszenicy ozimej, buraków cukrowych i rzepaku ozimego.

Badania agregatów wykonano w Gospodarstwie Nasienno-Rolnym „Bovinas" w Chodowie k. Kłodawy. Badania przeprowadzono podczas doprawiania roli pod siew pszenicy ozimej, rzepaku ozimego, buraków i kukurydzy. Do badań wytypowano pola o klasie bonitacji IVb, IIIb i IIIa, umownie określone jako gleba lekka, średnia i ciężka, o składzie granulometrycznym odpowiadającym utworom piaszczystym, czyli był to piasek gliniasty lekki, piasek gliniasty lekki pylasty i piasek gliniasty mocny. Wilgotność bezwzględna gleby podczas badań wynosiła od 10 do 14%.

Pomiar do oceny jakości pracy agregatów przeprowadzono według zaleceń zawartych w normach [3, 4, 5]. Na wytypowanych działkach, po jednej dla każdego rodzaju gleby, pomiary przeprowadzono w trzech powtórzeniach. W tym celu wyznaczono 9 odcinków pomiarowych o długości 25 m. Na odcinakach pomiarowych przeprowadzono pomiar jakości pracy agregatu przy trzech prędkościach roboczych (8, 10 i 12 km/h) i przy trzech nastawach głębokości roboczej, przy czym każdemu odcinkowi na danym pasie, wartość prędkości i głębokości przyporządkowano losowo. Obydwa agregaty współpracowały z ciągnikiem Case 7140, który był wyposażony w przekładnię Powershift oraz radarowy pomiar prędkości i poślizgu kół ciągnika. Wynik pomiarów był w ciągły sposób pokazywany na wyświetlaczu, co pozwalało operatorowi na prowadzenie agregatu ze stałą – założoną - prędkością 8, 10 i 12 km/h.

Pomiar zwięzłości gleby wykonano na polu przygotowanym do siewu pszenicy ozimej i buraka cukrowego wykonano po piętnaście pomiarów zwięzłości gleby penetrografem typu A45-72 firmy Werner Gloor. Uzyskane wyniki uśredniono i określono zwięzłość dla całej głębokości pomiaru. Wyniki odniesiono do zwięzłości gleby przed uprawą agregatem.

Pomiar gęstości objętościowej gleb przygotowanych do siewu wykonano w pięciu miejscach na każdym odcinku pomiarowym do cylindrów pomiarowych o pojemności 100 cm³ pobrano próbki gleby z głębokości 0-5 cm i 5-10 cm. Cylindry z glebą suszono w temperaturze 105°C. Gęstość objętościową gleby określono jako iloraz masy próbki gleby suchej do całkowitej objętości próbki w stanie naturalnym.

Obsada roślin po wschodach jest pośrednim wskaźnikiem jakości pracy agregatu, tzn. przygotowania roli do siewu. Liczenie obsady roślin wykonano dla pszenicy ozimej, buraka cukrowego i rzepaku ozimego.

Tab. 1. Parametry techniczne i eksploatacyjne agregatu
Table 1. Technical and operational parameters of the aggregate

Parametr	Jednostka miary	Wartość	
		agregat uprawowy U-654	agregat Kompaktor
Szerokość robocza	m	5,8	6,0
Głębokość robocza	m	do 0,12	do 0,12
Elementy robocze	-	zęby sprężynowe	zęby zakończone gęsiostopką
Liczba zębów w sekcji spulchniającej	szt.	16	48
Rozstaw śladów zębów	mm	95	250
Regulacje głębokości roboczej	-	bezstopniowa	stopniowa (co 1,5 cm)
Masa całkowita	kg	4750	3600
Rozstaw kół	mm	1895	1940
Rozmiar opon	-	10×75-15-8PR A01M	400/60-15,5-8PR
Jednostkowa masa agregatu	kg/m	792	600
Wał przedni		wał strunowy	wał strunowy
Wały tylne	-	wał strunowy + wał Crosskill z regulacją nacisku na glebę	wał strunowy + wał Crosskill z regulacją nacisku na glebę
Sterowanie praca – transport	-	hydrauliczne	hydrauliczne
Zapotrzebowanie mocy	kW (KM)/m	13-20 (18-27)	10-15 (14-20)
Wydajność eksploatacyjna	ha/h	3-5	5-6
Zalecana min. moc ciągnika	kW (KM)	150 (204)	100-120 (136-164)

Wymiary gabarytowe pozycji roboczej:			
-długość	mm	6000	6220
-szerokość	mm	6000	6040
-wysokość	mm	1350	1430

Tab. 2. Głębokość i miąższość uprawionej warstwy gleby
Table 2. Depth and thickness of soil layer in tillage

Agregat	Prędkość robocza [km/h]	Głębokość uprawy [cm]		Średnia miąższość [cm]	Odchylenie standardowe	Wskaźnik nierównomierności miąższości [-]
		Na skali	Z pomiarów			
Jesień uprawa pod pszenicę ozimą						
U-654	10	6	5,16	4,08	0,75	0,18
	10	9	6,58	4,22	0,54	0,13
	10	12	8,37	6,84	0,63	0,09
Kompaktor	10	5	4,75	3,40	0,54	0,16
Wiosna uprawa pod buraki cukrowe						
U-654	10	4	3,38	2,62	0,79	0,30
	10	6	4,58	3,44	0,69	0,20
Kompaktor	10	4	3,72	3,19	0,38	0,12

Tab. 3. Wyrównanie powierzchni pola
Table 3. Field surface leveling

Agregat	Prędkość robocza [km/h]	Głębokość uprawy [cm]	Średnia wyrównania [cm]	Odchylenie standardowe	Wskaźnik wyrównania [-]
Pole po orce (pług obracalny + sekcja zagęszczająca)					
-	-	-	0,364	1,54	5,83
Jesień uprawa pod pszenicę ozimą					
U654	8	5,16	- 3,00	2,83	0,94
	10		0,41	1,94	4,73
	12		- 1,78	2,03	1,14
	8	6,58	-1,75	2,03	1,16
	10		- 1,46	1,48	1,01
	12		- 2,24	1,78	0,79
	8	8,37	- 1,24	1,26	1,01
	10		- 1,01	2,16	2,13
	12		- 1,87	2,01	1,07
Kompaktor	8	4,75	-0,48	1,70	3,51
	10		- 1,59	1,47	0,92
	12		0,88	0,93	1,05
Wiosna uprawa pod buraki cukrowe					
U654	10	3,38	1,28	1,11	0,86
	10	4,58	1,01	0,63	0,67
Kompaktor	10	3,72	0,71	0,49	0,60

4. Wyniki badań i ich analiza

4.1. Głębokość robocza i miąższość gleby

Wyniki pomiarów głębokości roboczej i miąższości warstwy gleby po wykonaniu doprawienia roli do siewu zestawiono w tab. 2. Głębokość robocza agregatu U654 podczas uprawy roli pod siew pszenicy wynosiła według skali nastaw 6, 9 i 12 cm. Z pomiarów wynika, ze zęby sekcji spulchniającej pracowały na głębokości 5,16, 6,58 i 8,37 cm. Ta różnica powstawała wskutek wychylania się pracujących w glebie zębów. Wychylenie było tym większe im większa była głębokość pracy. Także wiosną, na glebie zleżałej, zęby zagłębiały się z większą trudnością, dlatego nastawienie głębokości na skali „4", nawet dla buraka wymagającego płytkiej uprawy roli, było niewystarczające. Wskazuje na to miąższość uprawionej warstwy gleby. Wskutek działania ugniatającego wałów miąższość uprawianej warstwy roli była o 1-1,5 cm mniejsza od głębokości roboczej. Ponadto wartość wskaźnika nierównomierności miąższości malała wraz ze wzrostem głębokości uprawy.

Porównanie głębokości roboczej agregatu U654 i Kompaktor wskazuje, że agregat firmy Lemken uzyskuje rzeczywiste wartości bliższe nastawie. Wynika to przede wszystkim z zastosowania zębów zakończonych gęsiostopką. Wadą zębów sprężynowych, w które był wyposażony agregat U654, jest ścieranie się redliczek, czyli zmniejszanie się głębokości roboczej. Redliczki zużywają się przeciętnie 1 cm na 50 ha uprawionej powierzchni. Wymaga to, co pewien czas, korygowania nastawy głębokości roboczej.

Większe różnice między agregatami wystąpiły wiosną, podczas uprawy roli pod siew buraka. Agregat U654 cechował się w tych warunkach znacznie gorszym wskaźnikiem nierównomierności miąższości, co przekłada się na nierównomierność profilu dna uprawy i na dynamikę kiełkowania nasion. Podczas prowadzonych obserwacji, pomimo zbliżonej obsady roślin, czas kiełkowania nasion

buraka na polu uprawionym agregatem U654 był o 3 dni dłuższy niż na polu po agregacie Kompaktor. Z badań niemieckich wynika, że nasiona buraka cukrowego na polu uprawionym agregatem Kompaktor skiełkowały szybciej, a siewek było 79%, czyli o 4% więcej niż po uprawie roli agregatami Germinator i Europak, wyposażonymi w sekcję spulchniającą z zębami sprężynowymi zakończonymi wąską redliczką [6, 7, 8].

4.2. Wyrównania powierzchni pola

Powierzchnia pola przygotowanego do siewu powinna być wyrównana, ponieważ ułatwia to pracę siewników, prace pielęgnacyjne i zbiór. Wyniki pomiarów wyrównania powierzchni pola zestawiono w tabeli 3. Podczas uprawek jesiennych agregatem U654 zauważono ukośne do kierunku jazdy ustawianie się poszczególnych sekcji roboczych (najczęściej zewnętrznych). Ponadto sekcje środkowe pracowały niekiedy głębiej niż zewnętrzne. W efekcie średnia nierównomierność profilu powierzchni ma na ogół wartość ujemną.

Ze wzrostem prędkości roboczej maleje nierównomierność uprawy, na co wskazuje wartość odchylenia standardowego. Warto jednak podkreślić, że jesienią przy pierwszej i drugiej głębokości roboczej najlepsze wyrównanie uzyskano przy pracy z prędkością 10 km/h. Również w przypadku agregatu Kompaktor zauważono, że wyrównanie powierzchni pola wzrasta wraz z prędkością roboczą. Porównując wartości wskaźnika wyrównanie powierzchni pola po agregacie U654 Sipma i Kompaktorze firmy Lemken, można stwierdzić, że jest ono zbliżone.

4.3. Zbrylenie gleby

Zbyt duży udział brył na powierzchni pola o średnicy powyżej 30 mm utrudnia precyzje wysiewanie nasion. Zbrylenie gleby oceniane jest wskaźnikiem zbrylenia, którego wartości zestawiono w tabeli 4 (im wyższa jego wartość, tym zbrylenie mniejsze). Z uzyskanych wyników można wnioskować, że zbrylenie gleby zmniejsza się wraz ze wzrostem prędkości roboczej agregatu oraz zwiększa się ze wzrostem głębokości pracy zębów. Większa prędkość sprzyja rozbijaniu brył, natomiast większa głębokość pracy, zmniejsza energię zębów, stąd więcej brył. Wyniki wskazują także na większą skuteczność rozbijania brył przez agregat U654 z zębami sprężynowymi, niż przez agregat Kompaktor z zębami sztywnymi.

4.4. Zwięzłość gleby

Od zwięzłości gleby do pewnego stopnia zależy rozwój korzeni roślin, które w zależności od stopnia zwięzłości, a także lepkości napotykają przy swoim wzroście na różny opór. Wyniki pomiarów zwięzłości gleby wykonano po uprawieniu roli pod siew pszenicy ozimej i buraków cukrowych. Dla porównania podano zwięzłość gleby po orce. Wyniki pomiarów zestawiono w tab. 5.

Z zestawienia wynika, że zwięzłość gleby uprawionej agregatem U654 jest nieco mniejsza od zwięzłości gleby po uprawie agregatem Kompaktor. Większa zwięzłość gleby po agregacie Kompaktor to zapewne skutek większej powierzchni nacisku, pochodzącej od zębów zakończonych gęsiostopką i „podcięcia gleby". Natomiast ząb sprężynowy działa w głąb gleby i na boki (w przekroju w płaszczyźnie o powierzchni trójkątnej), czyli gleba jest spulchniana także poniżej nastawionej głębokości roboczej.

Tab. 4. Zbrylenie gleby
Table 4. Soil lumping

Agregat	Prędkość robocza [km/h]	Głębokość uprawy [cm]	Wskaźnik zbrylenia [%]
Pole po orce (pług obracalny + sekcja zagęszczająca)			64,7
Jesień; uprawa pod pszenicę ozimą			
U654	8	5,16	92,7
	10		93,0
	12		94,6
	8	6,58	89,1
	10		93,1
	12		93,9
	8	8,37	80,4
	10		81,4
	12		87,9
Kompaktor	8	4,75	86,9
	10		88,3
	12		90,1
Wiosna; uprawa pod buraki cukrowe			
U654	10	3,38	96,2
	10	4,18	94,4
Kompaktor	10	3,72	93,7

Tab. 5. Zwięzłość gleby
Table 5. Soil compactness

Rodzaj pomiaru	Zwięzłość gleby [N/mm²] na głębokości							
	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm	30 cm	35 cm	40 cm
Po orce	2,0	3,0	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	12,5

Po uprawie agregatem U-654 jesień	2,0	3,5	4,0	4,0	4,5	15,0	17,5	18,5
Po uprawie agregatem Kompaktor - jesień	3,0	4,0	4,5	5,0	6,0	7,5	17,0	18,0
Po uprawie agregatem U-654 wiosna	2,5	3,5	3,5	3,5	4,5	19,0	21,5	22,5
Po uprawie agregatem Kompaktor - wiosna	2,5	4,0	5,0	6,0	7,5	22,0	23,5	23,5

Te różnice nie znalazły jednak istotnego odzwierciedlenia we wschodach pszenicy. Natomiast w przypadku buraka, kukurydzy i rzepaku, różnica w dynamice wchodów wynosiła 1-2 dni. Ogólnie wiadomo, że szczególnie dla uprawy pod buraki na większości gleb, korzystniejszym rozwiązaniem jest większa zwięzłość roli.

Uzyskane wyniki zwięzłości gleby są podobne do uzyskanych przez Questa i Ruscha [6, 7, 8], którzy badali agregaty: Kompaktor, Germinator i Europak (dwa ostatnie wyposażone w sekcje spulchniające z zębami sprężynowymi). Zwięzłość gleby (glina lekka, wilgotność 10%) po uprawie agregatem Kompaktor była nieznacznie większa, a nasiona buraka, rzepaku i kukurydzy kiełkowały szybciej oraz wyższa była początkowa obsada roślin (burak o 4%, kukurydza o 3-6%), oprócz rzepaku (o 3%). W przypadku agregatu Kompaktor maksymalna zwięzłość gleby (9 N/mm²) wystąpiła przy głębokości 5 cm. Podobna wartość stwierdzono dla agregatu Europak, ale na głębokości 8-10 cm. Agregat Germinator w strefie siewu nasion zagęścił glebę do wartości ok. 6 N/mm², a maksymalna zwięzłość na głębokości 12 cm wynosiła 7 N/mm².

4.5. Gęstość objętościowa

Bardzo dobrym wskaźnikiem przygotowania roli do siewu oraz do ceny wschodów roślin jest jej gęstość objętościowa (tab. 6 i 7). Gęstość gleby na głębokości siewu powinna wynosić 1,4-1,5 g/cm^3. Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że agregat U654 optymalnie zagęszczał rolę w strefie siewu nasion. Gęstość gleby do głębokości 10 cm wynosiła od 1,5 do 1,8 g/cm^3. Średnie wyniki zagęszczenia gleby uzyskane przez agregat U654 nie różniły się od wyników zagęszczenia gleby przez agregat Kompaktor. Należy jednak podkreślić, że wiosną przy głębszej uprawie agregatem U654 gęstość wierzchniej warstwy gleby uległa zmniejszeniu do 1,36 g/cm^3 i szybkiemu przesuszeniu (wilgotność bezwzględna gleby wynosiła tylko 6,48%).

Odnosząc uzyskane wyniki badań do wymagań agrotechnicznych można stwierdzić są one korzystniejsze, niż uzyskane w badaniach Questa i Ruscha [6, 7, 8]. Dotyczy w szczególności agregatu U654 wyposażonego w zęby sprężynowe z wąską redliczką. W tych badaniach najkorzystniejszą dla nasion gęstość roli uzyskano po uprawie agregatem Kompaktor, która w strefie do 4-5 cm wynosiła od 1,10 (rzepaki do1,43 g/cm^3 (burak cukrowy). W przypadku agregatu Europak gęstość górnej warstwy roli wahała się od 1,10 (kukurydza) do 1,35 g/cm^3 (burak cukrowy), a dla agregatu Germinator od 1,10 (burak cukrowy, kukurydza) do 1,15 g/cm^3 (rzepak). Różnice w gęstości objętościowej roli w strefie siewu znalazły swoje odzwierciedlenie w obsadzie roślin.

4.6. Obsada roślin

Agrotechniczną weryfikacją pracy agregatu do uprawy przedsiewnej jest początkowa obsada roślin. Liczenie obsady przeprowadzono dla pszenicy ozimej, buraka cukrowego i rzepaku ozimego (tabela 8). Porównywano obsadę roślin na polach przygotowanych do siewu agregatem U654 i Kompaktor. Podczas siewu pszenicy badano wpływ głębokości uprawy i prędkości roboczej na wschody. Z uzyskanych wyników można wnioskować, że wzrost głębokości uprawy przedsiewnej zwiększył obsadę roślin, chociaż pszenica jest rośliną płytkiego siewu. Ponadto wzrost prędkości roboczej nie wpłynął ujemnie na wschody, a nawet nieznacznie je zwiększył. Obsada roślin pszenicy po uprawie agregatem Kompaktor przy głębokości roboczej porównywalnej z pierwszą głębokością agregatu U654 była o 3% wyższa. W przypadku buraka cukrowego obsada po agregacie U654 była o 1% niższa, a w przypadku rzepaku o 2,6% wyższa od obsady na plantacji uprawionej do siewu agregatem Kompaktor.

Tab. 6. Gęstość objętościowa i wilgotność gleby w strefie uprawy pod siew ozimin
Table 6. Soil volume thickness and humidity in the tillage area meant for sowing of winter crops

Agregat/ Rodzaj uprawy	Głębokość pomiaru [cm]	Prędkość robocza agregatu [km/h]	Gęstość objętościowa [g/cm^3]	Wilgotność bezwzględna [%]
Gleba po orce	0-5	-	1,39	11,69
	5-10	-	1,49	12,60
Agregat U654/ uprawa przedsiewna 6 cm	0-5	8	1,63	10,66
	5-10		1,69	11,95
	0-5	10	1,66	11,07
	5-10		1,75	12,80
	0-5	12	1,44	11,52
	5-10		1,57	12,67
Agregat U654/ uprawa przedsiewna 9 cm	0-5	8	1,61	13,10
	5-10		1,76	13,10
	0-5	10	1,71	10,03
	5-10		1,77	12,58
	0-5	12	1,63	11,54
	5-10		1,70	13,06
Agregat U-654/	0-5	8	1,65	10,17

uprawa przedsiewna 12 cm	5-10		1,73	12,10
	0-5	10	1,57	11,13
	5-10		1,73	13,21
	0-5	12	1,57	10,57
	5-10		1,69	12,26
Kompaktor/ uprawa przedsiewna 5 cm	0-5	8	1,58	11,82
	5-10		1,61	13,32
	0-5	10	1,64	9,94
	5-10		1,81	11,90
	0-5	12	1,65	11,23
	5-10		1,70	13,56

Tab. 7. Gęstość objętościowa i wilgotność gleby w strefie uprawy pod siew buraka cukrowego
Table 7. Soil volume thickness and humidity in the tillage area meant for sowing of sugar beet

Agregat/ rodzaj uprawy	Głębokość pomiaru [cm]	Prędkość robocza agregatu [km/h]	Gęstość objętościowa [g/cm^3]	Wilgotność bezwzględna [%]
Gleba po orce	0-5	-	1,53	11,25
	5-10	-	1,65	12,98
Agregat U654/ uprawa przedsiewna 4 cm	0-5	10	1,57	11,86
	5-10		1,63	13,25
Agregat U654/ uprawa przedsiewna 6 cm	0-5	10	1,36	6,48
	5-10		1,58	12,53
Kompaktor/uprawa przedsiewna 4 cm	0-5	10	1,57	11,82
	5-10		1,69	12,28

Tab. 8. Obsada roślin
Table 8. Plant quantity

Agregat	Prędkość robocza [km/h]	Głębokość uprawy [cm]	Obsada roślin
Pszenica ozima [szt./m²]			
U654	8	5,16	365
	10		365
	12		387
	8	6,58	423
	10		428
	12		452
	8	8,37	453
	10		455
	12		454
Kompaktor	8	4,75	375
	10		361
	12		415
Buraki cukrowe [tys. szt./ha]			
U654	10	3,38	87,4
	10	4,18	88,2
Kompaktor	10	3,72	89,0
Rzepak ozimy [szt./m²]			
U654	10	3,85	77
Kompaktor	10	4,20	75

Większą różnicę, bo 3,16% w obsadzie roślin w przypadku buraka cukrowego stwierdził Paltik i in. [8]. Według tych badań uprawa przedsiewna gleby (glina lekka słabo spiaszczona) agregatem Kompaktom stworzyła korzystniejsze warunki dla wschodów i rozwoju roślin, co znalazło także odzwierciedlenie w mniejszym wypadaniu

siewek (o 1300 szt./ha), mniejszym udziale przerw między roślinami o odstępie ponad 40 cm (3,61% po Kompaktorze i 6,63% po agregacie z zębami sprężynowi) oraz większym plonie korzeni (o 0,94 t/ha) i większej zawartości cukru (o 0,05%).

Według Quest i Rusch [6, 7, 8] uprawa przedsiewna agregatem z zębami sztywnymi zakończonymi gęsiostopką, w porównaniu z uprawą wykonaną agregatami z zębami sprężynowymi z wąską redliczką, niezależnie od rozstawu śladów zębów (54 i 107 mm) przyczyniła się do większej obsady początkowej buraka cukrowego (o 4%) i kukurydzy (o 35 dla rozstawu śladów zębów 54 mm i 6% dla rozstawu 107 mm). Natomiast w przypadku rzepaku, rośliny wymagającej mniejszego zagęszczenia roli w strefie krzewienie, stwierdzono sytuację odwrotną: na plantacji przygotowanej do siewu agregatem Kompaktor obsada była niższa o 3%. Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych.

5. Wnioski

1. Stosowanie w agregatach do przedsiewnej uprawy różnych sekcji spulchniających nie wpływa znacząco na wyrównanie powierzchni pola i gęstość objętościową gleby.
2. Sekcja spulchniająca wyposażona w gęsiostopki uzyskuje rzeczywiste wartości głębokości roboczej bliższe nastawionej.
3. Agregat U654 składający się z brony sprężynowej i pojedynczych wałów strunowych jest przydatny do uprawy przedsiewnej gleb średnich, ponieważ zapewnia dobre zagęszczenie roli w strefie siewu nasion, większą skuteczność rozbijania brył i wyższą obsadę roślin w przypadku rzepaku, ze względu na niższą zwięzłość gleby.
4. Agregat Kompaktor firmy Lemken, składający się z sekcji spulchniającej, wyposażonej w zęby z gęsiosotpkami, zapewnia rzeczywiste wartości głębokości roboczej bliższe nastawie, lepszy wskaźnik nierównomierności miąższości, wyższą obsadę roślin w przypadku pszenicy i buraka cukrowego ze względu większą zwięzłość gleby.

6. Literatura

[1] Brunotte J.: Einordnung der Säverfahren in Bodenbearbeitungskonzepte. Sätechnik und Säverfahren. KTBL-Schrift 1999, 383: 81-88.
[2] Karwowski T.: Mechanizacja produkcji buraków cukrowych. Nowe technologie. Wydawnictwo IBMER, Warszawa 1996, ss. 224.
[3] Maszyny rolnicze. Metody badań narzędzi i maszyn uprawowych. Charakterystyka jakości pracy. PN-83/R-55000.03. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
[4] Maszyny rolnicze. Metody badań narzędzi i maszyn uprawowych. PN-90/R-55021. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
[5] Maszyny rolnicze. Metody badań. Charakterystyka warunków pracy maszyn do prac polowych. PN-90/R-55003. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
[6] Quest D., Rusch S.: Saatbetkombination BBG Europak 6000. DLG Prüfbericht 4565, 1996, ss.12.
[7] Quest D., Rusch S.: Saatbetkombination Kongskilde Germinator SP6000. DLG Prüfbericht 4566, 1996, ss.12.
[8] Quest D., Rusch S.: Saatbetkombination Lemken Kompaktom K600A. . DLG Prüfbericht 4567, 1996, ss.12.
[9] Paltik J., Paulin J., Baker P., Maga J.: Anwendung eines Kompaktors bei der Lockerung des Bodens vor de Saat der Zuckerrübe. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. CCLXXXVI. Rolnictwo 49: 1996, 147-157.
[10] Przybył J.: Agregaty do uprawy przedsiewnej. Burak Cukrowy 2007, 2: 4-6.
[11] Przybył J., Sęk T.: Ciężkie agregaty do uprawy przedsiewnej. Kukurydza 2001, nr 1 (17): 6-10.
[12] Sęk T., Przybył J.: Uprawa gleby, siew, sadzenie i pielęgnacja roślin. Wyd. AR, Poznań 2006, ss. 207, tab. 6, ryc. 93, bibl. 23. ISBN 83-89887-66-5.
[13] Talarczyk W.: Ochrona gleby w procesie jej uprawy. Prace Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych, 2000, Vol. 45, nr 2: 59-66.
[14] Tijink F.: Mechanization strategies to reduce traffic-induced soil compaction. Soil compaction and compression in relation to sugar beet production. International Institute for Beet Research, 1998, Vol. 1: 57-66.