

JÓZEF WALCZYK, PAWEŁ TYLEK

Analiza siewu punktowego nasion drzew leśnych

An Analysis of a Point-Method Sowing of Forest Tree Seeds

Wprowadzenie

Jednym z podstawowych zabiegów technologicznych produkcji szkółkarskiej jest wysiew nasion. Mechanizacja tego zabiegu została rozwiązana w sposób zadowalający jedynie w przypadku produkcji sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym. Linie technologiczne produkujące takie sadzonki zaopatrzone są w poprawnie funkcjonujące pneumatyczne lub rzadziej mechaniczne siewniki płytowe (kołeczkowe). Mało stosowany jest natomiast siew punktowy w szkółkach otwartych i namiotach foliowych.

Przy wysiewie nasion drzew leśnych najczęściej wykorzystuje się ręczne ich układanie za pomocą prymitywnych narzędzi lub siew rzutowy [3]. Niekiedy stosuje się siew mechaniczny przy użyciu siewników rzędowych [2]. Do rzadkości należy wykorzystanie siewników do siewu punktowego. Są to z reguły urządzenia konstruowane systemem gospodarczym o przypadkowo dobranych parametrach eksploatacyjnych [1].

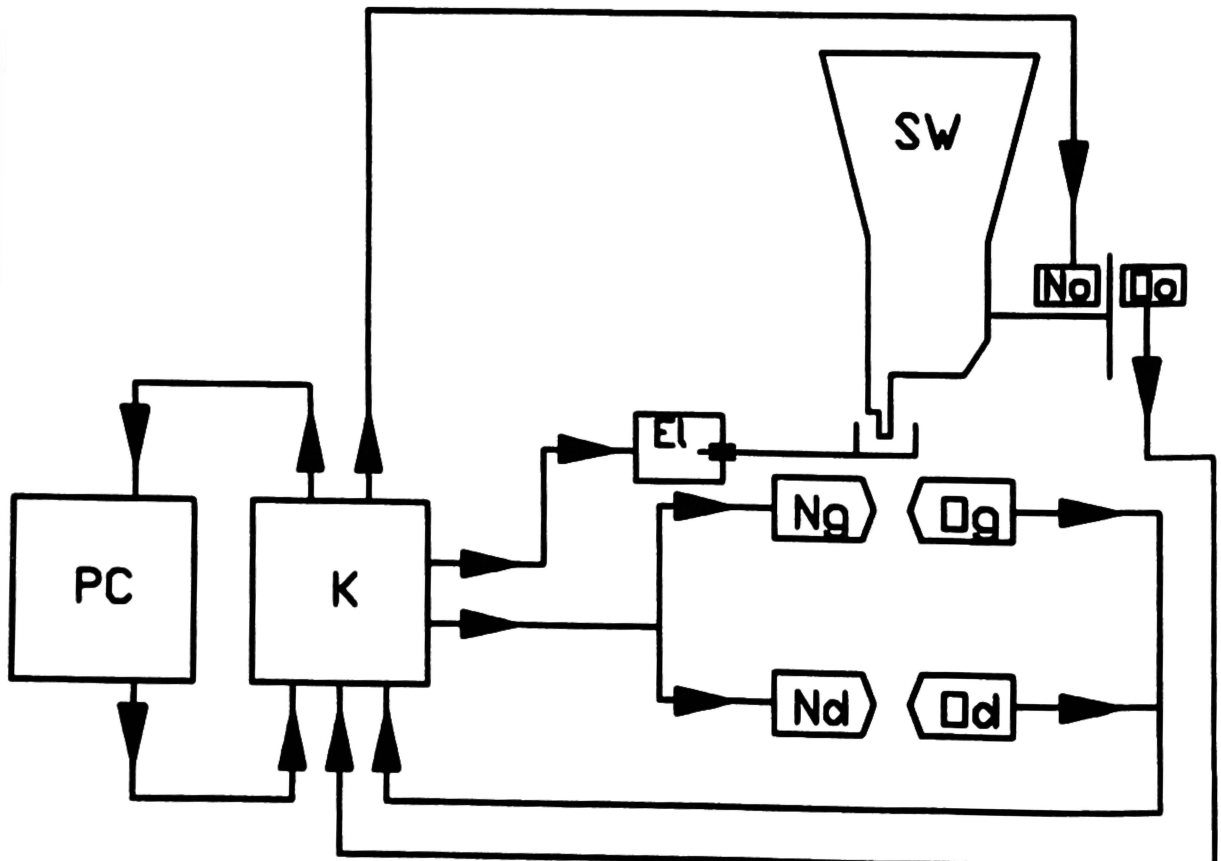
Z punktu widzenia optymalizacji siewu najbardziej pożądanym jest właśnie siew punktowy. Zapewnia on bowiem właściwe pionowe i poziome rozmieszczenie nasion. Nasiona układane są pojedynczo w odpowiednich odstępach, dzięki czemu w optymalny sposób wykorzystuje się światło, powierzchnię gleby oraz składniki odżywcze w niej zawarte. Ponadto siew punktowy pozwala w maksymalny sposób wykorzystać materiał siewny. Biorąc pod uwagę cykliczność plonowania oraz koszt i pracochłonność przygotowania dobrej jakości kwalifikowanych nasion, jest to niezwykle ważny aspekt ekonomiczny i gospodarczy [6]. Dodatkowym atutem siewu punktowego jest bardziej równomierny rozwój roślin i korzystniejsze warunki stosowania mechanizacji w późniejszych zabiegach technologicznych.

Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy było zbadanie możliwości stosowania siewu punktowego do wysiewu nasion drzew leśnych oraz określenie parametrów pracy użytego w tym celu punktowego, podciśnieniowego siewnika pneumatycznego. Parametry pracy siewnika dobrano na podstawie danych planimetrycznych nasion opracowanych za pomocą komputerowej analizy obrazu [5] i nomogramu określającego wartość podciśnienia dla danej wielkości otworów wysiewających tarczy i średnicy zastępczej nasiona [7]. W warunkach laboratoryjnych wysiano nasiona buka i jodły.

Metodyka badań

W siewniku zamontowanym na stanowisku badawczym (ryc. 1) [6] pod tarczą wysiewającą umieszczono dwa rzędy czujników fotooptycznych: górny, rejestrujący punkty wylotu nasion, w odległości 15 mm od tarczy wysiewającej, zaś dolny, rejestrujący punkty hipotetycznego upadku nasion w bruzdzie, w odległości 100 mm od tarczy wysiewającej. Poszczególne czujniki fotooptyczne umieszczone są poziomo w odległości 3 mm i z tą dokładnością wykonywany jest pomiar. Rejestrowano również z dokładnością do 0,01 s



Ryc. 1. Schemat blokowy zespołów elektronicznych stanowiska badawczego: PC — mikrokomputer klasy PC wraz z oprogramowaniem, K — kontroler, EI — zastawka sterowana elektromagnesem, No i Oo — nadajnik i odbiornik czujnika fotooptycznego prędkości obrotowej elementu wysiewającego, Ng i Og oraz Nd i Od — zespoły nadajników i odbiorników fotooptycznych rejestrujących punkty wylotu nasion z siewnika oraz ich upadku w hipotetycznej bruzdzie.

czas lotu nasion. Czas zapisu wyników pomiaru przez komputer sterowany był automatycznie i odpowiadał liczbie przesuwu 200 otworów tarczy aparatu wysiewającego przed czujnikiem fotooptycznym, czyli teoretycznemu wysiewowi 200 szt. nasion.

Wysiano nasiona buka i jodły siewnikiem pneumatycznym, które to siewniki są mało wrażliwe na kształt wysiewanych nasion. Zastosowano tarczę wysiewającą o 16 otworach, średnicy otworów 5 mm i dwie prędkości obwodowe tarczy: 0,24 oraz 0,21 m/s, co odpowiada założonej prędkości jazdy 1,39 km/h i odpowiednio 60 oraz 77 mm teoretycznej odległości nasion w rzędzie. Przyjęto tak niskie prędkości jazdy, ponieważ układ jezdny siewnika dostosowano do wysiewu w namiotach foliowych. Podciśnienie określono z nomogramu na podstawie obliczeń siły potrzebnej do pobrania i przyspieszenia wysiewanego nasiona.

Siłę P potrzebną do nadania ciału o masie m przyspieszenia a możemy obliczyć ze wzoru:

$$P = m \cdot a \quad [\text{N}] \quad (1)$$

przy czym:

$$a = \frac{m \cdot (v_t - v_0)}{t} \quad [\text{m/s}^2] \quad (2)$$

natomiast

$$t = \frac{\phi_0}{v_t} \quad [\text{s}] \quad (3)$$

gdzie:

- v_t — prędkość końcowa równa prędkości obwodowej tarczy wysiewającej [m/s],
- v_0 — prędkość początkowa [m/s]; w analizowanym przypadku równa zero,
- t — czas przyspieszenia [s],
- ϕ_0 — średnica otworu tarczy wysiewającej [m].

Zależność (3) wynika z założenia, że czas w którym siła przysysająca nieruchome nasiono do tarczy osiąga maksymalne wartości, jest równy czasowi potrzebnemu do przebycia przez otwór w tarczy drogi równej połowie jego średnicy. Po przejściu nasiona przez punkt centralny otworu, siła ssąca maleje, a więc zmniejsza się również możliwość przyspieszenia nasiona do wymaganej prędkości.

Po uwzględnieniu tych zależności i przekształceniu wzoru (2) otrzymujemy:

$$P_n = \frac{v_t^2 \cdot m_n}{\phi_0} \quad [\text{N}] \quad (4)$$

gdzie:

- P_n — siła niezbędna do przyspieszenia nasiona [N],
- m_n — masa pojedynczego nasiona [kg].

Ponieważ masę nasion przyjęło się podawać jako masę 1000 szt. w gramach, natomiast średnicę otworów tarcz wysiewających w milimetrach, ze względów praktycznych wzór (4) przyjmuje postać:

$$P_n \approx \frac{v_f^2 \cdot MTN}{10 \phi_0} \quad [\text{g}] \quad (5)$$

gdzie:

MTN — masa 1000 szt. nasion [g],

ϕ_0 — średnica otworu tarczy wysiewającej [mm].

Wartość siły wyliczoną ze wzoru (5) wyrażoną w gramach można bezpośrednio wykorzystać do doboru pozostałych parametrów z nomogramu. Dla celów porównawczych stosowano trzy wartości podciśnienia: niższe o 30% od ciśnienia optymalnego (p_1), optymalne (p_2) i wyższe o 30% od ciśnienia optymalnego (p_3). Średnica tarczy zastosowanego siewnika wynosiła 170 mm a kąt wylotu nasiona z tarczy przyjęto na podstawie pomiarów jako wartość średnią wynoszącą 15° licząc od najniżej położonego punktu tarczy wysiewającej. Kwalifikacji umieszczenia wysianych nasion dokonano zgodnie z metodyką [4] przyjmując jako nasiona podwójne nasiona umieszczone w przedziale od $X \leq 3$ cm, nasiona właściwie wysiane $X = X_f \pm 3$ cm i przepusty $X \geq 2X_f + 3$ cm.

Przebieg i wyniki badań

Analizując wymiary nasion (tab. 1) można stwierdzić, że dla nasion buka grubość i szerokość są do siebie zbliżone, natomiast znacznie od nich różni się długość. Współczynnik zmienności każdego z tych wymiarów nie przekracza 10%. Wyraźnie większą zmiennością odznaczają się nasiona jodły, które są płaskie i stosunkowo długie. Największy współczynnik zmienności ma szerokość i wynosi on prawie 16%.

Czasy przelotu odcinka pomiarowego (90 mm) przez wysiewane nasiona (tab. 2), jak należało się spodziewać, nie są zależne od wartości podciśnienia na tarczy wysiewającej, jednak ma na nie wpływ rodzaj i kształt wysiewanych nasion. Nasiona jodły spadały dłużej a czas ich lotu odznaczał się znacznie większą zmiennością. Przyczyna tego może tkwić w odmiennych właściwościach aerodynamicznych nasion i innym sposobie ich przylegania do tarczy wysiewającej. Największa różnica czasu lotu nasiona wynosi 0,006 s, co przy założonej prędkości jazdy daje błąd poziomego umieszczenia nasiona około 2 mm, co praktycznie nie ma znaczenia dla jakości wysiewu. Większy wpływ ma tutaj zmienność punktu wylotu i punktu upadku nasiona, która to zmienność jest również dla jodły znacznie większa. Jak widać z ryciny 2c i 2d maksymalna zmienność punktu wylotu wynosi 42 mm a zmienność punktu upadku jest dużo większa i wynosi dla nasion jodły do 90 mm (ryc. 2).

TABELA 1

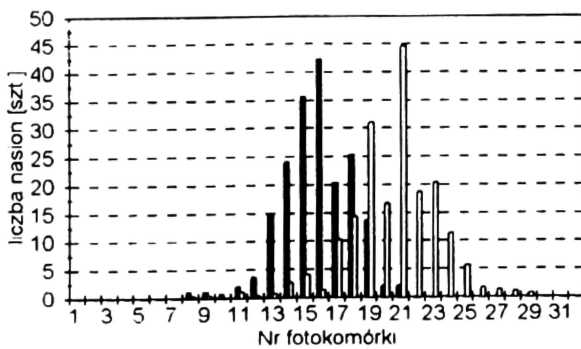
Charakterystyka planimetryczna nasion: a — grubość, b — szerokość, c — długość, F_{sr} — średnia powierzchnia trzech podstawowych przekrojów, ϕ_z — średnia zastępczej kuli, σ — odchylenie standardowe

Gatunek	MTN	a	σ	b	σ	c	σ	F_{sr}	σ	ϕ_z
	[g]	[mm]		[mm]		[mm]		[mm ²]		[mm]
Buk	197,50	8,1	0,8	8,3	0,8	14,3	1,1	63,1	8,9	9,0
Jodła	44,07	3,5	0,4	5,6	0,9	10,4	1,2	24,1	4,4	5,5

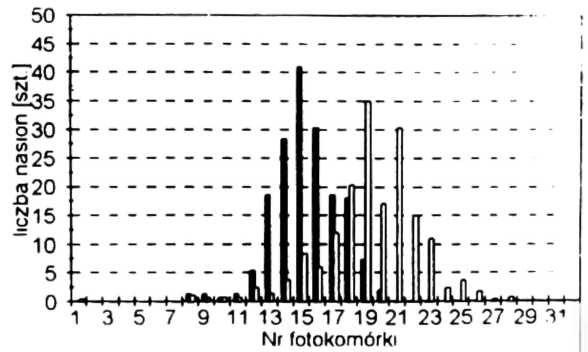
TABELA 2

Czas lotu nasion mierzony od punktu wylotu do punktu upadku: p — wielkość podciśnienia, T — wartość średnia, σ — odchylenie standardowe

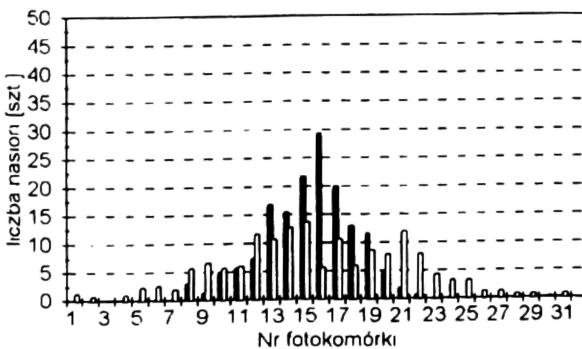
Vt [m/s]	p	Buk		Jodła	
		T [s]	σ [s]	T [s]	σ [s]
0,24	$p1$	0,072	0,009	0,079	0,014
	$p2$	0,072	0,009	0,084	0,015
	$p3$	0,072	0,009	0,085	0,015
0,21	$p1$	0,072	0,009	0,081	0,015
	$p2$	0,072	0,008	0,080	0,014
	$p3$	0,073	0,009	0,081	0,013



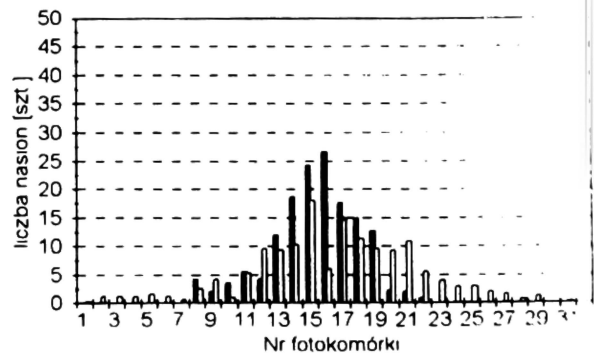
a



b



c



d

■ punkt wylotu □ punkt upadku

RYC. 2. Rozmieszczenie nasion w punkcie wylotu i punkcie upadku uzyskane podczas próby wysiewu: a — dla nasion buka i prędkości obwodowej tarczy wysiewającej 0,24 m/s oraz dla podciśnienia optymalnego 4,5 kPa, b — dla nasion buka i prędkości tarczy wysiewającej 0,21 m/s oraz dla podciśnienia optymalnego — 3,6 kPa, c — nasion jodły i prędkości tarczy wysiewającej 0,24 m/s oraz dla podciśnienia optymalnego — 3,75 kPa, d — dla nasion jodły i dla prędkości tarczy wysiewającej 0,21 m/s oraz dla podciśnienia optymalnego — 2,4 kPa

TABELA 3

Parametry pracy siewnika oraz wskaźniki jakości wysiewu: $p1$ — podciśnienie zmniejszone o 30%, $p2$ — podciśnienie optymalne, $p3$ — podciśnienie zwiększone o 30%, Xt - teoretyczny odstęp nasion w rzędzie, Vs — prędkość liniowa siewnika, Vt — prędkość obwodowa tarczy wysiewającej, D — wskaźnik podwójnie wysianych nasion, M — wskaźnik przepustów, N — nasiona umieszczone w zadanym przedziale, I — nasiona pozostałe, σ — odchylenie standardowe dokładności umieszczania nasion, ν — współczynnik zmienności, X — średni odstęp normalnie wysianych nasion

Gat.	Parametry siewnika			Wyliczone wskaźniki wysiewu						
	p [kPa]	Xt [mm]	Vt [m/s]	D [%]	M [%]	N [%]	I [%]	σ [mm]	ν [%]	X [mm]
Buk	$p1=3,15$	60	0,21	10,1	8,3	61,7	19,9	14,5	19,4	74,
	$p2=4,5$			11,9	0,5	71,2	16,4	13,5	23,9	55,6
	$p3=5,85$			12,6	0,0	67,8	19,6	15,0	28,0	53,
	$p1=2,50$	77	0,24	5,2	36,5	53,3	5,3	23,6	17,4	135,5
	$p2=3,60$			8,5	4,3	67,5	19,7	19,9	23,7	84,0
	$p3=4,7$			20,2	0,5	59,0	20,3	21,1	28,0	75,3
Jodła	$p1=2,6$	60	0,21	3,7	48,1	11,1	37,1	55,0	29,6	185,9
	$p2=3,75$			29,6	10,0	36,3	24,1	27,7	41,8	66,3
	$p3=4,90$			31,6	6,7	38,4	23,3	28,1	45,2	62,2
	$p1=1,70$	77	0,24	2,5	45,0	24,3	28,2	31,0	28,5	108,8
	$p2=2,40$			18,7	16,1	36,8	28,4	35,1	40,9	85,8
	$p3=3,10$			37,0	2,1	29,7	31,2	32,6	78,0	41,8

Tak duża zmienność prawdopodobnie jest wynikiem źle dobranego otworu tarczy wysiewającej, gdyż przy zastosowanej średnicy otworu tarczy nasiona mogą być wciągane do otworu, co powoduje zakłócenie wylotu wysiewanych nasion. Tezę tę może potwierdzić rycina 2a i 2b, gdzie zmienność punktu wylotu nasion buka jest nieznacznie mniejsza (mieści się w granicach 39 mm), jednak zmienność punktu upadku jest tutaj zbliżona do zmienności punktu wylotu, co świadczy o tym, że w przypadku nasion buka tor lotu nasiona jest bardziej równomierny i zbliżony do toru teoretycznego. Potwierdza to również fakt, że dla prędkości obwodowej tarczy równej 0,24 m/s (ryc. 2a) średnia długość drogi nasiona jest wyraźnie większa niż dla prędkości 0,21 m/s (ryc. 2b).

Analizując wskaźniki wysiewu (tab. 3) można stwierdzić, że dla nasion buka dla ciśnienia optymalnego, ilość przepustów przy mniejszej prędkości obwodowej tarczy wynosiła 0,5 % a liczba właściwie umieszczonych nasion wynosiła 71,2 %. Dlatego też średnia odległość rzeczywista X była nawet nieznacznie mniejsza od odległości teoretycznej. Należy tutaj stwierdzić, że uzyskane parametry wysiewu nie spełniają wymagań zawartych w normie [4], jednak wymagania te są formułowane dla roślin rolniczych, zaś dla nasion drzew leśnych nie są określone. Porównując uzyskane parametry rozmieszczenia nasion z wysiewem rzędownym możliwym do uzyskania za pomocą siewników leśnych należy stwierdzić znaczną poprawę. Wysiew nasion jodły należy tutaj uznać za niezadowalający, jednak jak już wspomniano wcześniej, główna przyczyna tkwi w niewłaściwie dobranych otworach

tarczy wysiewającej, do otworów której nasiona mogły być częściowo wciągane, co znacznie pogarszało warunki pracy siewnika. Jednak i tutaj wysiew rzeczywisty był zbliżony bardziej do założeń teoretycznych niż byłoby to możliwe z zastosowaniem siewu rzędowego tradycyjnym siewnikiem. Badania te należy kontynuować stosując większą liczbę tarcz wysiewających o różnych średnicach otworów i inne parametry pracy siewnika a nawet inne typy pneumatycznych siewników do siewu punktowego.

Wnioski końcowe

- Wyniki prowadzonych badań wskazują na możliwość wysiewu nasion drzew leśnych za pomocą siewników do siewu punktowego,
- Technika wysiewu punktowego pozwala na lepsze pionowe i poziome rozmieszczenie nasion i uzyskanie znacznej oszczędności materiału siewnego,
- Zastosowana wideo-komputerowa metoda pomiaru parametrów nasion pozwala na szybkie i dokładne określenie ich wymiarów,
- Badania powinny być kontynuowane dla innych parametrów pracy siewników i innych nasion a w dalszej kolejności wysiew należy sprawdzić w warunkach eksploatacyjnych.

Literatura

1. **Burzyński J.:** Praktyczna mikoryzacja. Głos Lasu, nr 3, 1995.
2. **Jeżewski R.:** Siewnik typu COMBI. Las Polski, nr 6, 1996.
3. **Suszka B., Muller C., Bonnet-Masimbert M.:** Nasiona leśnych drzew liściastych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań 1994.
4. System Maszyn Rolniczych i Leśnych. PWRiL, Warszawa 1972 i 1982.
5. **Tylek P.:** Analiza obrazu komputerowego w określeniu podstawowych wielkości planimetrycznych nasion. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., nr 426, 1996.
6. **Walczyk J., Tylek P., Frankowicz R.:** Uniwersalne stanowisko do rejestracji i analizy parametrów pracy siewników punktowych przy użyciu mikrokomputera. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., nr 415, 1994.
7. **Walczyk J., Tylek P.:** Analiza przydatności nasion drzew leśnych do siewu punktowego z uwzględnieniem ich cech geometrycznych. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., nr 425, 1996.

*Z Zakładu Mechanizacji Prac Leśnych
Akademii Rolniczej w Krakowie*

Summary

An analysis of a point-method sowing of forest tree seeds

The report concentrates on an analysis of a possibility of point-method sowing of some selected forest tree seeds, and on describing the parameters of a pneumatic sower, which is a point-shaped vacuum device used to perform the work mentioned.

The selection of working parameters of the sower was made taking into account planimetric traits of seed as found out through a computer-aided analysis of seed form using a videocamera. A nomogram defining the strength of vacuum for definite sizes of sowing holes in the disc, and of seed virtual diameter worked out earlier, has also been used.

The sowing of beech and fir seed was carried out in the laboratory of the Forest Operations Mechanization Section of the Agricultural University in Cracow. A photooptical device, co-working with a microcomputer, was used for controlling and recording the sowing process. Two rows of photooptical sensors were fasten under the sowing disc of the sower. Those sensors recorded the seed flight points, and seed falling into the hypothetical furrows. Time duration of seed flight was also recorded. The recorded time of measuring by computer was automatically settled, and it corresponded to a theoretical sowing performance of 200 seed pieces. The sowing disc had got 16 holes, hole diameter 5 mm, and two tangential velocities of the disc: 0,24 and 0,21 m/s.

The distribution of seed outlet and falling-down points, seed flight times, and basic indices characterizing the point-method sowing were applied for successive reiterations.

It was found, that the investigations pointed out to a possibility of forest tree seed sowing using point-method sowing devices. This technology allows to obtain better vertical and horizontal distribution of seed and a considerable sparing of sowing material.

The research should be continued with other sowing work parameters and with other seed, and further on the sowing performance should be verified in practical conditions.