

MONIKA ANISZEWSKA

Efektywność łuszczenia szyszek sosny zwyczajnej w warunkach produkcyjnych

Effectiveness of Scots pine seed extraction at industrial scale

ABSTRACT

Aniszewska M. 2007. Efektywność łuszczenia szyszek sosny zwyczajnej w warunkach produkcyjnych. Sylwan 9: 22-28.

In the paper the author compares the results of laboratory tests of the extraction process of whole cones and of those after processing (shortened) with the tests made in the production-scale seed extraction plant in Czarna Białostocka. The author suggests elevating extraction temperature and shortening the time of keeping cones in extraction chambers. She puts into doubts the rightfulness of cone shortening, as the quantity of seeds obtained from them is lower than the quantity obtained from the whole cones.

KEY WORDS

cone, Scots pine, extraction process

ADDRESSES

Monika Aniszewska – Zakład Mechanizacji Leśnictwa; Wydział Techniki Rolniczej i Leśnej SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

Wstęp

Obecnie w Polsce znajduje się około dwadziestu pracujących wyłuszczeni. Wśród nich są wyłuszczeni nowe (np. w Czarnej Białostockiej czy Jarocinie), jak i pochodzące z ubiegłego stulecia (np. w Rucianem-Nidzie). W nowych obiektach w porównaniu ze starymi pozyskiwanie nasion różni się przede wszystkim sposobem kontroli i sterowania procesem. Dokonuje tego komputer, który w zależności od wilgotności powietrza wewnątrz komory, zmienia temperaturę łuszczenia zgodnie z programem przyjętym dla danego gatunku nasion. Dla sosny nie przekracza ona 50°C. Cały proces trwa nieprzerwanie w komorach łuszcarskich, którymi są najczęściej suszarnie z pionowo rozmieszczonymi ażurowymi skrzyniami [Sarnowska, Więsik 1997].

Powietrze, po każdorazowym przejściu przez skrzynie pełne szyszek, jest osuszane i ponownie kierowane do suszarni, co zwiększa sprawność energetyczną łuszczenia. Dzięki zastosowaniu skrzyń w komorach mogą być łuszczone nawet małe partie szyszek. Dlatego obecnie, przy wyłuszczeniu, można postępować zgodnie z zasadą oddzielnego łuszczenia partii szyszek pochodzących z jednego miejsca, a nawet z indywidualnych drzew.

Mimo wprowadzenia coraz nowocześniejszych urządzeń, proces łuszczenia szyszek nadal trwa długo i jest kosztowny, dlatego wciąż poszukuje się sposobów, które mogłyby wpłynąć na skrócenie tego procesu. Mając to na uwadze, w Zakładzie Mechanizacji Leśnictwa w SGGW w Warszawie przeprowadzono badania łuszczenia szyszek. Celem ich było ustalenie stanu otwarcia szyszek oraz czasu jego osiągnięcia przez szyszki o różnych wymiarach w zadanych warunkach łuszczenia. Próby laboratoryjne wykazały, że cały proces łuszczenia może trwać trzy razy krócej niż w wyłuszczeniach gospodarczych. Proces łuszczenia w warunkach laborato-

ryjnych prowadzono w temperaturze 58°C i znacznie niższej wilgotności powietrza, na ogół poniżej 10% (w wyluszczeniach gospodarczych wilgotność wynosi około 28%). Dodatkowo, przed łuszczeniem, wykonano wstępną selekcję szyszek pod względem wielkości (długości i grubości) oraz w części z nich zmieniono kształt – przez odcięcie ich dolnej części. Pozwoliło to usunąć podstawę szyszki ze znajdującymi się na niej łuskami, które ze względu na swą budowę (krótki trzon) nie otwierają się i są pozbawione żywotnych nasion [Aniszewska 2004].

Wyniki badań laboratoryjnych były na tyle interesujące, iż podjęto próbę ich weryfikacji w wyluszczeniach gospodarczych.

W pierwszym etapie celem badań było opisanie dochodzenia do stanu otwarcia całych i skróconych szyszek sosny w warunkach przyjętych dla tego gatunku w wyluszczeniach w Czarnej Białostockiej. W drugim etapie podjęto próbę porównania wyników otrzymanych w obu typach wyluszczeniach.

Badaniu podlegały szyszki jednego pochodzenia, ale o możliwie zróżnicowanych wymiarach. Zakres badań przewidywał określenie charakterystycznych parametrów szyszek całych i po ich skróceniu, określenie czasu otarcia łusek, ustalenie liczby otwartych łusek i liczby wydobytych nasion oraz zbadanie ich żywotności.

Metodyka badań

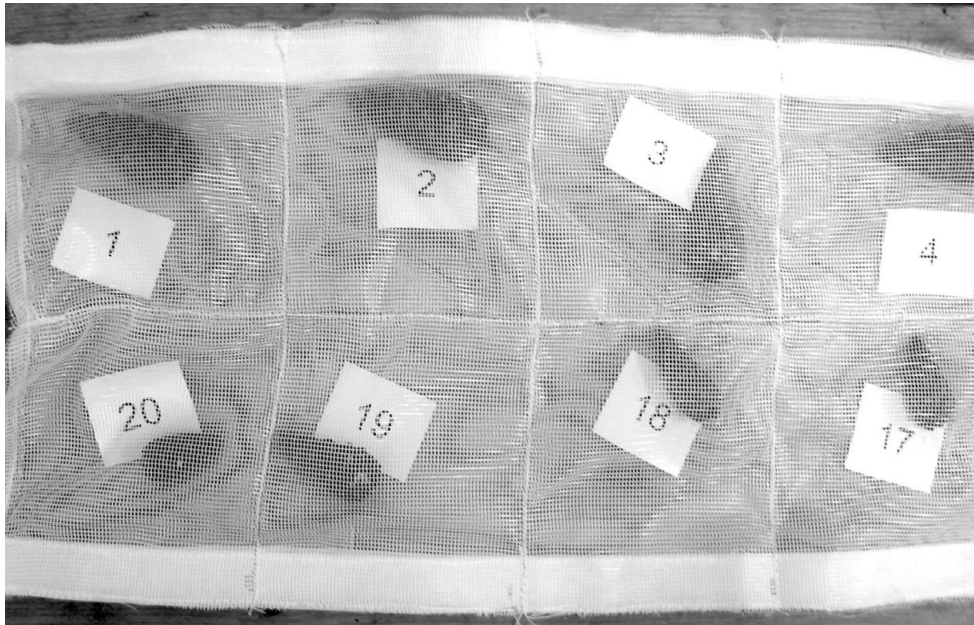
Łuszczeniu poddano szyszki sosny zwyczajnej pochodzące z drzewostanu gospodarczego, (makroregion 843/2, mikroregion 254, oddział 217B), które dostarczono do wyluszczeni w Czarnej Białostockiej. Badane szyszki ze względu na kształt tarczki zaliczono do formy gibba i plana. Często na jednej szyszce wyróżniano obie te formy.

Do stałej obserwacji wybrano 94 sztuki różnej wielkości. Podzielono je na dwie partie (po 47 sztuk), tak aby w każdej były szyszki różniące się długością i grubością. Szyszki należące do pierwszej partii łuszczono w całości, a szyszki należące do drugiej skrócono mechanicznie pozbawiając je podstawy na wysokości od 5 do 10 mm w zależności od ich długości (u dłuższych podstawę odcinano wyżej). Z obydwu partii szyszek wydzielono po 7 sztuk, opisując ich dokładny kształt (grubość co 5 mm).

Przed łuszczeniem dokonano pomiaru długości, grubości oraz masy początkowej wszystkich szyszek. Dodatkowo szyszki drugiej partii po skróceniu powtórnie zmierzono i zważono. Do pomiaru parametrów wielkościowych wykorzystano suwmiarki o dokładności 0,1 mm, a do określenia masy początkowej – wagi laboratoryjne o dokładności 0,01g. Do skrócenia – odcięcia podstawy szyszek – użyto piłki do drewna.

Tak przygotowane szyszki, z obydwu partii, ponumerowano i umieszczono w specjalnych workach z kieszeniami, każda szyszka miała własną kieszeń (ryc. 1). Worki uszyte były z ażurowej tkaniny (siatki) o drobnych oczkach, przez które nie mogło wypaść najdrobniejsze nasienie. Cztery worki miały po 20, a piąty 14 kieszeni. W tym ostatnim znajdowały się szyszki poddane dokładnemu opisowi kształtu.

W komorze łuszczeniowej oprócz badanego materiału łuszczono około 1600 dm³ szyszek sosny tego samego pochodzenia. Całością procesu sterował komputer z oprogramowaniem umożliwiającym ustalenie warunków przebiegu procesu łuszczenia. Przepis, który wykorzystano, miał zaprogramowaną zmienną temperaturę opartą na dotychczasowych doświadczeniach wyluszczenia szyszek sosny: początkowa temperatura powietrza 30°C i końcowa 48°C oraz początkowa temperatura mokrego termometru 20°C i końcowa 29°C. Według instrukcji czas wyluszczenia szyszek dla sosny powinien wynosić 7-10 godzin. W praktyce szyszki przetrzymuje się dłużej, oczekuje się bowiem osiągnięcia stanu otwarcia przez wszystkie lub znaczną więk-



Ryc. 1.

Całe szyszki sosnowe umieszczone w worku, w oddzielnych kieszeniach, przygotowane do luszczania
Whole cones placed in bags, in separate pockets prepared for extraction

szość łusek znajdujących się na szyszkach. O zakończeniu wyłuszczenia decyduje obserwator procesu po stwierdzeniu braku zmiany położenia nieotwartych łusek w szyszkach.

Po zakończeniu procesu (po około 20 godzinach), wszystkie badane szyszki zważono, policzono otwarte i zamknięte łuski oraz pozyskane nasiona. Worki z 14 sztukami szyszek (7 całych i 7 skróconych) wyjmowano z komory luszczarskiej i ważono co dwie godziny od momentu rozpoczęcia odchylenia się pierwszych łusek, ustalając przy tym każdorazowo zmianę liczby łusek otwartych.

W celu określenia otwarcia szyszki, wprowadzono wskaźnik k oceniający stopień otwarcia szyszki, określony zależnością liczby łusek otwartych na szyszce (n_o) do liczby wszystkich łusek (n_w), w przypadku szyszek skróconych – łusek utrzymujących się na szyszce.

$$k = \frac{n_o}{n_w}$$

Po zakończeniu procesu i ręcznym oddzieleniu nasion od szyszek, określono suchą masę szyszek, w celu obliczenia wilgotności początkowej. Suchą masę ustalono przetrzymując szyszki przez 6 godzin w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 105°C.

Nasiona pozyskane z każdej szyszki ręcznie oskrzydłono i dzielono na dwie grupy: jasne i ciemne oraz zważono na wadze laboratoryjnej z dokładnością do 0,01g. Znając barwy i masę nasion, dodatkowo za pomocą dmuchawy laboratoryjnej oddzielono nasiona o wyraźnie mniejszej masie. Po odwianiu sprawdzono ich żywotność, badając energię i zdolność kiełkowania. Nasiona wysiewane były na stole kiełkowniczym typu Jacobsen, na podłożu z bibuły filtracyjnej i przykrywane plastikowymi kołpakami. Utrzymywano na nim stałą temperaturę 24 ±1°C. Nasiona sztucznie doświetlano przez 8 godzin dziennie. Energię kiełkowania określono po 7 dniach, a zdolność po 14 dniach (próbę przedłużono według normy ISTA do 21 dni).

Otrzymane wyniki warunków przebiegu procesu i czasu otwarcia szyszek z wyluszczeni w Czarnej Białostockiej porównano z badaniami laboratoryjnymi wykonanymi w Zakładzie Mechanizacji Leśnictwa SGGW w Warszawie.

Wyniki i wnioski

Długość wszystkich szyszek sosny zawierała się w granicach od 2,90 do 6,90 cm (średnio 4,39 cm), grubość (maksymalna średnica) od 1,42 do 3,09 cm (średnio 2,07 cm), a masa początkowa wynosiła od 2,70 do 26,32 g (średnio 7,89 g). W zbiorze przeważały szyszki krępe stanowiące 76% całości – określone według klasyfikacji Pravdina [1964].

Dane dotyczące poszczególnych partii szyszek całych i skróconych (te ostatnie przed i po skróceniu) przedstawiono w tabeli 1.

Obie partie szyszek, całe i przed skróceniem, istotnie nie różniły się między sobą pod względem długości, grubości i masy. Zróżnicowanie partii nastąpiło dopiero po odcięciu podstaw. Długość tych szyszek była wtedy w granicach od 2,30 do 5,30 (średnio 3,64 cm), a masa od 2,16 do 14,36 g (średnio 6,29 g), czyli w przypadku tej partii średnio długość zmniejszyła się o około 0,8 cm, a masa pojedynczej szyszki o około 2 g, co stanowi średnio 24% masy początkowej szyszki.

Całkowity czas procesu łuszczenia wyniósł ponad 20 godzin. O jego długości decydowały szyszki zawarte we wszystkich skrzyniach (nie tylko poddane badaniu). Temperatura suchego termometru wewnątrz komory suszenia przez pierwsze dwie godziny wzrastała do 40°C, następnie przez kolejnych 12 godzin procesu stopniowo zwiększała się do 49°C i dalej była stała do zakończenia procesu. Natomiast temperatura mokrego termometru od blisko 21°C, w ciągu 2,5 godziny zwiększała się do ok. 26°C, a następnie w ciągu dalszych 7,5 godziny zwiększyła się do ok. 30°C pozostając stała do końca procesu (ryc. 2).

Podczas procesu łuszczenia wszystkie badane szyszki otworzyły się, choć w różnym stopniu (tab. 2). Wartość wskaźnika otwarcia k dla szyszek całych wyniosła średnio 0,26, a dla szyszek skróconych 0,55. Wynika z tego, że odcięcie podstawy pozwoliło na otwarcie większej liczby łusek. Biorąc pod uwagę tylko łuski pozostałe po skróceniu szyszki, ponad połowa tych łusek na części stożkowej otworzyła się. W szyszkach całych było średnio 16 łusek otwartych (zamkniętych 49), a na szyszkach skróconych 18 (zamkniętych 15). Analiza wykazała, że istnieje statystyczna zależność między liczbą łusek otwartych a wymiarami szyszek. Stwierdzono, że wraz ze wzrostem grubości i długości szyszki wzrasta liczba łusek otwartych, a tym samym liczba pozyskanych nasion.

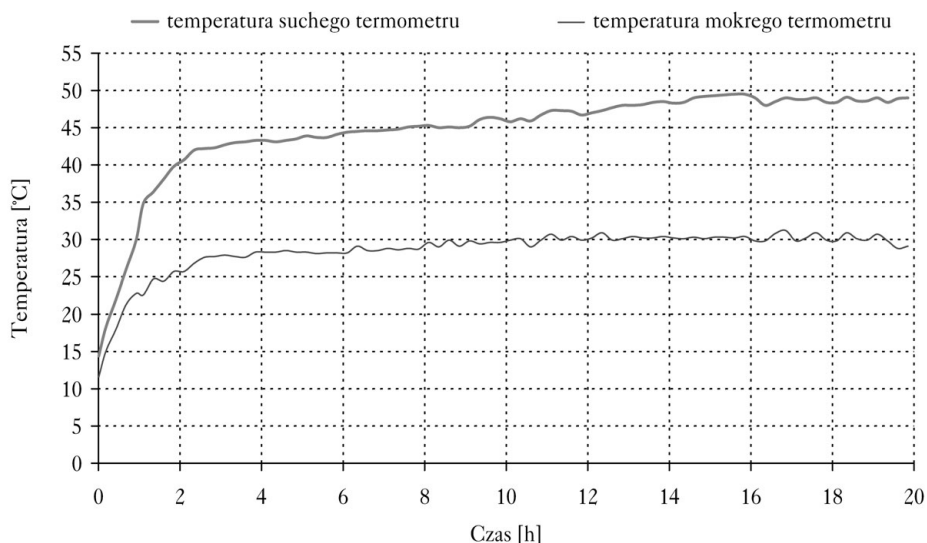
Nie na wszystkich szyszkach znajdowały się nasiona ciemne: czarne lub pstre (innych barw nie było) oraz nasiona jasne. Na niektórych były tylko ciemne lub tylko jasne. Z szyszek całych pozyskano średnio 23 nasiona (w tym 16 sztuk nasion ciemnych), a z szyszek skróconych

Tabela 1.

Podstawowe parametry szyszek sosny przed i po łuszczeniu
The main pine cone parameters before and after extraction

| Szyszki | Długość [cm] | | Grubość [cm] | | Masa początkowa [g] | | Masa sucha [g] | | |
|----------|--------------|-------|--------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|---|
| | śr. | odch. | śr. | odch. | śr. | odch. | śr. | odch. | |
| Całe | 4,39 | 0,78 | 2,07 | 0,31 | 7,59 | 3,79 | 5,50 | 2,54 | |
| Skrócone | przed | 4,40 | 0,64 | 2,08 | 0,31 | 8,20 | 3,34 | – | – |
| | po | 3,64 | 0,63 | | | | | | |

śr – średnia; odch. – odchylenie standardowe
śr – average; odch. – standard deviation



Ryc. 2.

Przebieg zmian temperatury wewnątrz komory suszenia
Changes in temperature inside the drying chamber

18 (w tym 12 sztuk nasion ciemnych). Nasiona ciemne stanowiły około 70% wszystkich nasion zarówno w jednej, jak i w drugiej partii. Na podstawie wyników zawartych w tabeli 2 można wywnioskować, że skrócenie szyszek spowodowało zmniejszenie liczby pozyskanych nasion w szyszkach o 23% (w tym ciemnych o 25%), mimo że na szyszkach skróconych liczba łusek otwartych jest przeciętnie większa niż na szyszkach całych.

Na jedną łuskę otwartą szyszek całych przypada 1,4 nasienia, a na skróconych – jedno nasienie. Jak widać duży wskaźnik otwarcia k szyszek skróconych nie został potwierdzony większą liczbą pozyskanych nasion.

Po ocenie, nasiona pozyskane z szyszek łuszczonych w Czarnej Białostockiej zaliczono do pierwszej klasy jakości (energia – 93% i zdolność kiełkowania – 98%), co potwierdza, że proces łuszczenia przebiegał w odpowiednich warunkach.

Średni czas otwarcia obserwowanych szyszek sosny zawierał się w granicach od 6 do 14 godzin – średnio 8,5 godziny (tab. 3). Przetrzymany one były dalej w komorze łuszczarskiej wraz z pozostałymi szyszkami do zakończenia procesu łuszczenia wszystkich szyszek. Jednak w dodatkowym czasie nie pozyskano żadnych nasion. Dlatego też można było dla nich proces łuszczenia zakończyć wcześniej. Średni czas otwarcia szyszek skróconych, w porównaniu z szyszkami całymi, był o 1,5 godziny krótszy. Potwierdza to wykonane wcześniej badania laboratoryjne [Aniszewska 2004]. Średnia wilgotność szyszek otwartych całych po zakończeniu procesu wynosiła 12%, a skróconych 13%. Szyszki bardziej wilgotne na początku procesu miały też większą wilgotność po zakończeniu. W porównaniu z badaniami laboratoryjnymi czas otwierania się szyszek w wyluszczarni był dłuższy średnio o 50% (ok. 4 godzin), a wilgotność na zakończenie procesu blisko trzy razy większa. Różnice te są spowodowane wyższą temperaturą suszenia w suszarce laboratoryjnej – o 9°C i faktem, że temperaturę 58°C osiągnięto w niej po kilkunastu minutach. Na różnicę tę mogła też wpłynąć znacznie mniejsza wilgotność wewnątrz komory suszenia. Uzyskanie warunków laboratoryjnych przy łuszczeniu dużej partii szyszek

Tabela 2.

Łuski i nasiona występujące w szyszkach całych i skróconych
Scales and seeds in whole and shortened cones

| Szyszki | Liczba łusek | | | | | | Liczba nasion z jednej szyszki | | | | | | Wskaźnik k | |
|----------|--------------|---------|-----------|---------|-------------|---------|--------------------------------|---------|----------|---------|---------|---------|--------------|------|
| | wszystkich | | otwartych | | zamkniętych | | wszystkich | | ciemnych | | jasnych | | min | max |
| | min | max | min | max | min | max | min | max | min | max | min | max | | |
| średnia | | średnia | | średnia | | średnia | | średnia | | średnia | | średnia | | |
| Całe | 39 | 92 | 10 | 32 | 25 | 75 | 5 | 51 | 0 | 45 | 0 | 32 | 0,16 | 0,37 |
| | 65 | | 16 | | 49 | | 23 | | 16 | | 7 | | 0,26 | |
| Skrócone | 21 | 45 | 11 | 25 | 8 | 23 | 6 | 31 | 0 | 26 | 0 | 23 | 0,41 | 0,71 |
| | 33 | | 18 | | 15 | | 18 | | 12 | | 6 | | 0,55 | |

Tabela 3.

Zestawienie wyników badań łuszczenia szyszek w warunkach laboratoryjnych i produkcyjnych
Results of the research on seed extraction under laboratory and the production-scale conditions

| Szyszki | | Max temperatura suszenia [°C] | Wilgotność wewnątrz komory suszenia [%] | Średni czas otwarcia [h] | Średnia wilgotność otwarcia [%] |
|--------------------------|----------|-------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|
| Badania laboratoryjne | całe | 58 | 3,26 | 4,73 | 6,5 |
| | skrócone | 58 | 3,35 | 4,22 | 5,0 |
| Badania w wyluszczeniach | całe | 49 | 27 | 10 | 12 |
| | skrócone | 49 | 27 | 8 | 13 |

wymagałoby bardzo intensywnej wymiany powietrza i dużych nakładów na jego ogrzanie, co jest trudne do zrealizowania. Z badań wynika jednak, że czas przetrzymywania szyszek sosny w komorze łuszczeniowej jest zbyt długi. Nie wszystkie łuski ulegają otwarciu. W badanej partii tylko około 26% odchyliło się w stopniu umożliwiającym uwolnienie nasion. Stan ten osiąga się już po 8-10 godzinach. Dalsze łuszczenie nie przynosi już efektów. Zestawienie parametrów łuszczenia w warunkach produkcyjnych i laboratoryjnych zamieszczono w tabeli 3.

Podsumowując można stwierdzić, że:

- przeciętnie otwiera się 26% łusek;
- czas łuszczenia szyszek w nowych wyluszczeniach ciepłych można skrócić – nie należy oczekiwać, że większość łusek ulegnie otwarciu;
- należałoby rozważyć zmianę programu sterującego przebiegiem procesu – podnosząc temperaturę łuszczenia do około 55°C w końcowej fazie, co przyczyniłoby się do skrócenia czasu łuszczenia;
- mechaniczne skrócenie szyszek przez odcięcie podstawy, mimo że pozwala na otwarcie większej liczby łusek, powoduje zmniejszenie liczby możliwych do pozyskania nasion o około 25%, nie można zatem uznać tego zabiegu za racjonalny.

Literatura

- Aniszewska M. 2004. Analiza procesu cieplnego wyluszczenia nasion z sosny zwyczajnej *Pinus Sylvestris* L. Praca doktorska, Katedra Maszyn Rolniczych i Leśnych SGGW. Warszawa.
- Pravdin L. F. 1964. Sosna obyknovennaja Izmencivost', vnutrividovaja sistematika i selekcija. Jzd. „Nauka”, Moskwa.
- Sarnowska G., Więsik J. 1997. Wyluszczeniownia w Czarnej Białostockiej. Część I. Proces technologiczny i przygotowanie szyszek do łuszczenia. Przegląd Techniki Rolniczej i Leśnej 11: 12-13.

SUMMARY

Effectiveness of Scots pine seed extraction at industrial scale

In spite of using the more and more advanced devices, the time of seed extraction is long. Therefore, new methods of shortening the extraction process are still being sought. Laboratory extraction of seeds from whole cones of Scots pine and of those after processing (shortened) was carried out in the Forest Mechanisation Department, Warsaw Agricultural University. The cones were additionally separated with regard to their size.

The laboratory scale extraction process was carried out under different conditions than those recommended for production-scale seed extraction plants. The temperature inside the drying chamber was higher by 9°C and air humidity lower by 18%. Nonetheless, the established conditions had no effect on seed germination capacity and energy. The extraction time under laboratory conditions was threefold shorter than the time of keeping cones in the extraction chambers. For verification of these results, 94 cones of various size were tested in the extraction plant in Czarna Białostocka. The cones were grouped into whole cones and shortened cones. Their main parameters and opening time, the quantity of open and closed cones (degree of cone opening) and the quantity of obtained seeds were established. Individual cones were subjected to observation during the extraction process.

The extraction time did not differ significantly between whole cones and shortened cones and was 9 hours (8 h – shortened cones, 10 h – whole cones) on average. Further keeping of cones in extraction chambers is not necessary.

The opening of cones was 26% on average. Despite the fact that the opening coefficient value k for shortened cones was higher than that for whole cones, the quantity of seeds obtained from them was not greater.

The reduction of seed extraction time is possible through the slight increase of extraction temperature in the terminal phase to 35°C.