

WPŁYW ZASTOSOWANIA METODY UJEDNORADNIANIA SIECZKI
Z PRZEWIEDNIĘTEJ TRAWY NA PRZEBIEG JEJ SUSZENIA
W WARUNKACH KONWEKCYJNYCH

Witold Woyke, Edward Wieland

Instytut Mechanizacji Rolnictwa Akademii Rolniczej w Poznaniu

WSTĘP I CEL BADAŃ

Znana niekorzystna sytuacja energetyczna i paliwowa na świecie, a w następstwie wzrost kosztów suszenia, spowodowały konieczność ulepszenia stosowanych w suszarniach bębnowych technologii produkcji suszu i ich adaptacji do nowych trudniejszych warunków gospodarowania we współczesnym rolnictwie. Dlatego też w wielu krajach prowadzone są obecnie liczne prace badawcze, w których za cel obrano zwiększenie szybkości suszenia różnych zielonek w suszarniach bębnowych przy jednoczesnym obniżeniu całościowych nakładów energetycznych na ten proces [1, 5, 7].

W pracach badawczych prowadzonych w Instytucie Mechanizacji Rolnictwa AR w Poznaniu [6, 8] wykazano, że podstawowym problemem suszarniczym dotychczas w pełni nie rozwiązany jest suszenie zielonek właściwie rozdrabnianych, przy wymiarach siewki uzasadnionych optymalnym przebiegiem procesu jej suszenia.

Powyższe względy sprawiły, że na tę okoliczność przeprowadzono niezbędne poszukiwania, które w rezultacie przyniosły opracowanie suszenia różnych zielonek, doprowadzanych do najkorzystniejszego stanu rozdrobnienia.

Pod pojęciem najkorzystniejszego stanu rozdrobnienia należy rozumieć taki stopień pocięcia zielonki, jaki jest możliwy do uzyskania przy użyciu stacjonarnej siewkarni ujednoradniającej, przy długości siewki zasadniczo nie odbiegającej od wyznaczonego, najlepszego przedziału długości "modelowej siewki" oraz przy bardziej wyrównanej grubości lub średnicy cząstek z poszczególnych frakcji. Jako metodę doprowadzającą siewkę do najkorzystniejszego stanu, zastosowano system powtórnego cięcia tzw. "siewki długiej z pola" przy pomocy stacjonarnej siewkarni wyposażonej w bęben wielonożowy i wymienne recuttery.

Prace badawcze nad tą metodą prowadzono wspólnie z Ośrodkiem Badawczo-Rozwojowym FMR "Agromet - Rofama". Początkowo koncentrowały się one na trawach, które zbierano z pokosów w stanie przewiędniałym i przeznaczono do suszarni SB-1,5. Dla tej zielonki podjęto również próbę uzyskania ujednorodnionej sieczeni z przeznaczeniem jej dla suszarni. Na wstępie jednak dla zbadania efektu metody ujednorodniania, przeprowadzono badania laboratoryjne nad porównaniem przebiegu suszenia takiej sieczeni oraz sieczeni otrzymanej z pocięcia przewiędniałej trawy klasycznymi metodami.

Celem pracy było zatem zbadanie, czy istnieje możliwość zwiększenia szybkości suszenia oraz obniżenia czasu suszenia sieczeni z przewiędniałej trawy doprowadzonej do najkorzystniejszego stanu rozdrobnienia przez zastosowanie metody ujednorodniania.

Badania przeprowadzono w ZPR w Karolewie k. Rogoźna na przewiędniałej trawie kupkówka pospolita (*Dactylis Glomerata*), uprawianej w czystym siewie, zbieranej w I dekadzie czerwca 1976 r. przy stosunku wagowym masy źdźbeł do liści i do wiech wynoszącym przeciętnie 62:20:18.

METODYKA BADAŃ

Do suszenia przygotowywano trzy rodzaje sieczeni tak, aby:

a) I stopień pocięcia trawy - w przybliżeniu odpowiadał określonemu w badaniach modelowej sieczeni [6] najkorzystniejszemu przedziałowi długości sieczeni, który dla trawy wynosi 5-20 mm. Tak pociętą trawę oznaczano jako sieczenka ujednorodniana (recutter) - "R". Cięcie trawy na sieczenkę R przeprowadzono stacjonarną sieczenkarnią bębnową przy nastawieniu na teoretyczną długość cięcia 5 mm i przy wyposażeniu jej w recutter typu szczelinowego.

b) II stopień pocięcia trawy - odpowiadał wymiarom sieczeni uzyskiwanej sieczenkarnią Z-310, ustawioną na najmniejszą teoretyczną długość cięcia 5 mm. Taki stopień pocięcia trawy określano jako sieczenkę krótką i oznaczano "K".

c) III stopień pocięcia trawy - odpowiadał wymiarom sieczeni najczęściej uzyskiwanej przy zbiorze sieczenkarnią Z-310 nastawioną na teoretyczną długość cięcia 20 mm. W ten sposób otrzymywana sieczenka nazywana jest długą i oznaczana jako sieczenka długa "D".

Przed suszeniem wyznaczano następujące właściwości fizyczne pociętej trawy:

- stopień rozdrobnienia L,

- masę usypową (objętościową) J_u ,
- początkową zawartość wody w siecce U_1 .

Dla oznaczenia stopnia rozdrobnienia trawy na siecckę charakteryzowaną jako R, K i D pobierano z przyzmy składowanej masy trzy próbki o masie po 2 kg każda. Z każdej próbki po wymieszaniu odważono 300 g zielonki a następnie określano skład wagowy i procentowy frakcji. Oznaczanie przeprowadzono dla następujących przedziałów długości: 0-5 mm, 6-10 mm, 21-40 mm, 41-60 mm, 61-80 mm i ponad 80 mm. Procentowy udział siecckę z trzech próbek określano z dokładnością do 0,1% wg wzoru:

$$L_i = \frac{Z_i}{Z} \cdot 100$$

Następnie obliczano procentowy udział siecckę o długości do 20 mm, jako średni z trzech prób:

$$L_{20} = \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 Z_i \cdot 100$$

gdzie:

- L_i - procentowy udział siecckę w poszczególnych przedziałach długości, w %
- Z_i - masa siecckę w poszczególnych przedziałach długości w g,
- L_{20} - wskaźnik procentowego udziału w masie siecckę o długości do 20 mm, w %.

Masę usypową J_u określano na podstawie masy usypowej siecckę nasypanej do pojemnika o objętości $0,333 \text{ cm}^3$. Pomiar ten powtarzano pięciokrotnie dla każdego stopnia rozdrobnienia trawy. Dla oznaczenia zawartości wody w siecce pobierano próbki siecckę zgodnie z PN R-64769, a pomiar zawartości wody przeprowadzono metodą laboratoryjną z uwzględnieniem wymagań PN-76 R-64732. Z przygotowanej masy zawierającej ten sam rodzaj siecckę, do suszenia pobierano próbki z pięciu miejsc przyzmy, mieszano je, a następnie odważano porcję o masie 180 g dla trzech powtórzeń. Każdą próbkę układano cienką warstwą na czterech sitach rozbieralnego kosza. Kosz ten wkładano do uprzednio nagrzanego komory cieplnej KC-100/200 i zawieszano przy użyciu linki na wieszaku wagi automatycznej typu WS-21 umieszczonej poza komorą. Suszenie siecckę przeprowadzano w komorze cieplnej w temperaturach: 110° , 140° , 170° , 200° , 230°C .

Pomiary ubytków masy próbki odbywały się początkowo (przez pierwsze 2-3 minuty) co 7-8 sekund, w późniejszym okresie co 30 s, zaś przy końcu suszenia co 1 minutę. Suszenie każdej próbki trwało aż do momentu, gdy różnica masy dla dwóch kolejnych odczytów była mniejsza od 0,05 g.

Ogółem wykonano 75 pomiarów suszenia siewczki R, K, D z przewiędniętej trawy.

Na podstawie wykonanych pomiarów dokonano obliczeń szybkości suszenia (N_1) siewczki w I okresie, średniej szybkości jej suszenia (N_2) w pierwszej fazie II okresu oraz określono końcowy czas suszenia (θ_{11}) siewczki przy zawartości wody $U=0,111$ kg H_2O /kg s.m w oparciu o metodę opracowaną w Instytucie Mechanizacji Rolnictwa z wykorzystaniem emc [6].

WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 zamieszczono charakterystykę cech fizycznych badanej siewczki z przewiędniętej trawy. Wyniki z obliczonymi wartościami szybkości suszenia N_1 i N_2 oraz końcowego czasu suszenia θ_{11} dla poszczególnych rodzajów siewczki i przy różnych temperaturach przedstawiono w tabeli 2.

Z przeprowadzonej analizy stopnia rozdrobnienia siewczki uzyskanej z pocięcia przewiędniętej trawy różnymi metodami wynika, że procentowy udział frakcji siewczki R (ujednorodnionej) o długości 5-20 mm wynosił ok. 70% całej masy. Ponadto w masie tej siewczki znajdowało się ponad 20% frakcji krótszych o długości do 5 mm. Wobec powyższego siewczka R w przybliżeniu spełniała wymagania ze względu na najkorzystniejszą długość, bowiem wskaźnik L_{20} wynosił ok. 90%. Warto też odnotować, że na podstawie dodatkowo przeprowadzonych pomiarów grubości cząstek stwierdzono, że w masie tej siewczki grubość źdźbeł zmniejszyła się z około 3,5 mm do około 1 mm. Ponadto obserwacje pracy tej siewczkarni wykazały, że w procesie ujednorodniania siewczki zmniejszała się także powierzchnia liści w wyniku częściowego przecierania masy siewczki nożami bębna po powierzchni recuttera. W efekcie masa usypowa takiej siewczki wzrasta od 111 kg/m³ do 146 kg/m³.

Dane z tabeli 2 pozwoliły określić związek między szybkością a temperaturą suszenia siewczki. W tym celu wyniki te naniesiono na układy współrzędnych N_1 i t_s oraz N_2 i t_s . Na podstawie wykreślonych krzywych stwierdzono, że obie zależności $N_1 = f(t_s)$ i $N_2 =$

T a b e l a 1

Charakterystyka cech fizycznych siewzki z przewiednietej trawy

Siewzka	Średnia zawartość wody U_1 kgH ₂ O/kg s.m.	Średnia początkowa wilgotność W_1 %	Masa usypowa J_s kg/m ³	Procentowy udział frakcji siewzki o następujących przedziałach długości					
				0-5 mm	6-20 mm	21-40 mm	41-60 mm	61-80 mm	powyżej 80 mm
D	1,619	61,8	111	1,6	48,1	36,5	6,1	3,8	3,9
K	1,843	64,8	134	4,3	67,5	14,2	8,2	3,3	2,5
R	1,673	62,6	146	21,3	68,4	6,7	3,6	-	-

T a b e l a 2

Szybkość suszenia i końcowy czas suszenia dla różnych rodzajów siewczki i różnych temperatur

Siewczka	110°C	140°C	170°C	200°C	230°C
Szybkość suszenia N_1 w I okresie, w kg H_2O/kg s.m. x min					
D	-0,266	-0,360	-0,498	-0,583	-0,626
K	-0,568	-0,727	-0,821	-0,865	-1,227
R	-0,560	-0,641	-0,906	-0,971	-1,115
Średnia szybkość suszenia N_2 w pierwszej fazie II okresu, w kg H_2O/kg s.m x min.					
D	-0,201	-0,279	-0,355	-0,458	-0,489
K	-0,269	-0,461	-0,531	-0,540	-0,702
R	-0,373	-0,484	-0,619	-0,681	-0,894
Końcowy czas suszenia θ_{11} , w min.					
D	7,72	4,90	4,44	3,92	3,38
K	6,72	4,41	3,47	3,03	2,75
R	4,47	2,92	2,54	1,85	1,79

= $f(t_s)$ dla siewczki R, K, D (rys. 1 i 2) są prostoliniowe, a więc można je opisać następującymi równaniami:

$$N_1 = a_1 t_s + b_1$$

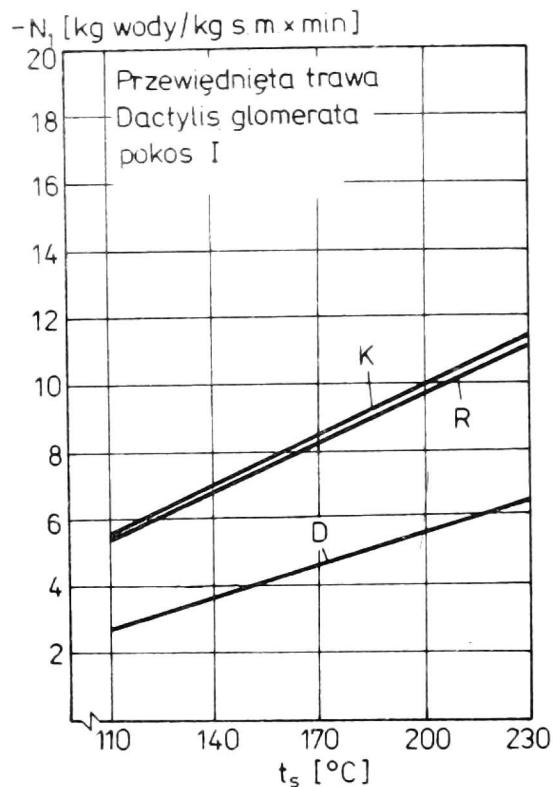
oraz

$$N_2 = a_2 t_s + b_2.$$

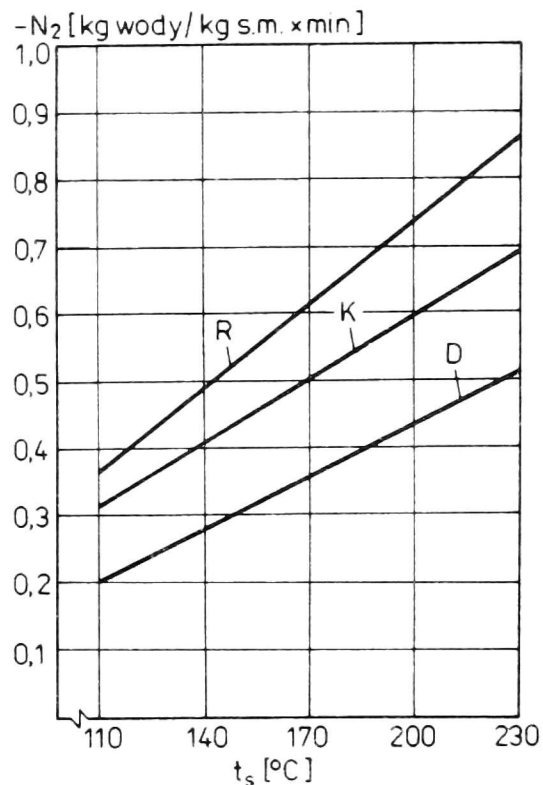
Dla podanych wartości końcowego czasu suszenia θ_{11} siewczki (tab. 2) sporządzono graficzną zależność od temperatury t_s i przedstawiono ją na rysunku 3. Ustalono, że przebieg zależności $\theta_{11} = f(t_s)$ dla siewczki R, K, D przy najmniejszym średnim odchyleniu kwadratowym najlepiej opisuje równanie krzywej postępowej:

$$\theta_{11} = a t_s^{-b}.$$

Wartości współczynników a i b powyższych równań zestawiono w tabeli 3. Wykresy zależności $N_1 = f(t_s)$ i $N_2 = f(t_s)$ dowodzą, że zastosowanie metody ujednorodniania siewczki (R) z przewiędniętej trawy wpływa na intensywność suszenia siewczki, zwłaszcza w II okresie, natomiast suszenie obu rodzajów siewczki (K i D) przygo-



Rys. 1. Zależność szybkości suszenia N_1 siewki R, K, D z przewiędniętej trawy od temperatury suszenia



Rys. 2. Zależność suszenia N_2 siewki R, K, D z przewiędniętej trawy od temperatury suszenia

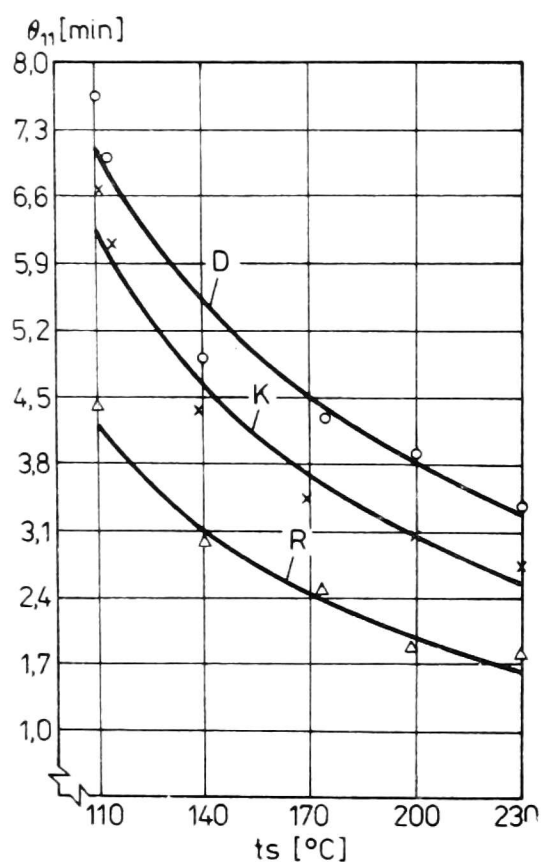
T a b e l a 3

Równania empiryczne dla obliczania szybkości suszenia (N_1) w I okresie średniej szybkości (N_2) w pierwszej fazie II okresu oraz końcowego czasu suszenia (θ_{11}) dla różnych rodzajów siewki w zależności od temperatury suszenia (t_s)

Siewka	Równanie $N_1 = a_1 t_s - t_1$		Równanie $N_2 = a_2 t_s - t_2$		Równanie $\theta_{11} = a t_s^{-b}$	
	współczynniki równania		współczynniki równania		współczynniki równania	
	a_1	b_1	a_2	b_2	a	b
D	0,0031	0,068	0,0025	0,071	958	1,04
K	0,0049	-0,016	0,031	0,035	1804	1,20
R	0,0048	-0,023	0,0041	0,092	1618	1,26

towanych na polu siewkarniami Z-310 ma mniejszy wpływ na wzrost szybkości suszenia. Im wyższa jest temperatura suszenia tym wpływ zastosowania tej metody jest bardziej widoczny. Analizując wyniki szybkości suszenia siewki R, przy początkowej zawartości $U_0 = 1,62 \text{ kg H}_2\text{O/kg s.m}$ i przy wzroście temperatury ze 110° do 230°C

stwierdzono, że w I okresie szybkość suszenia (N_1) tej siewki zwiększa się od $0,55 \text{ kg H}_2\text{O/kg s.m.} \times \text{min.}$ do $1,1 \text{ kg H}_2\text{O/kg s.m.} \times \text{min.}$ i nie wykazuje przy tym zmian od



Rys. 3. Zależność czasu suszenia siewki R, K, D z przewiędniętej trawy od temperatury

szybkości suszenia siewki K. Fakt ten można jedynie wytłumaczyć wyższą początkową zawartością wody siewki K wynoszącą $U_0 = 1,84 \text{ kg H}_2\text{O/kg s.m.} \times \text{min.}$ Tymczasem porównywanie w wartościach szybkości N_2 wyróżnia już siewkę R w uzyskiwaniu wyższej średniej szybkości przeciętnie o 16%.

Na podstawie porównania wyników szybkości N_1 i N_2 siewki D z siewką R stwierdza się, że szybkość suszenia siewki ujednorodnionej jest przeciętnie wyższa o ponad 41%.

Do podobnych wniosków prowadzi analiza wykresu zależności $\theta_{11} = f(t_s)$ (rys. 3). Końcowy czas suszenia (Q) siewki ujednorodnionej przy wzroście temperatury od 110°C do 230°C zmniejsza się od 4,2 min. do 1,6 min. i jest

przy tym krótszy od wartości czasu θ_{11} siewki K przeciętnie 2,1 min. i 1,0 min. Największe różnice w wartościach θ_{11} występują przy porównywaniu siewki R i D i stanowią zarazem oszczędności czasu suszenia. Różnice te wahają się od 3,3 min. przy temperaturze 110°C i 1,6 min. przy temperaturze 230°C na korzyść siewki R.

Podsumowując wyniki badań dla różnych rodzajów siewki z przewiędniętej trawy można stwierdzić, że metoda ujednorodniania siewki przynosi oszczędność czasu suszenia o około 33% w przypadku stosowania siewki K i przeciętnie 46% przy siewce D.

Tak więc zastosowanie metody takiej ma obok temperatury najistotniejszy wpływ na intensyfikację procesu suszenia siewki z przewiędniętej trawy. Stwierdzenie o podobnej treści można także znaleźć w pracy Kamińskiego [3], w której autor określa wpływ zastosowania recuttera w siewkarni polowej na przyspieszeniu procesu suszenia siewki z kukurydzy.

WNIOSKI

1. Zastosowanie docinania "sieczonej długiej z pola" w przypadku przewiędniętej trawy, przy użyciu stacjonarnej siewczkarni wyposażonej w wielonożowy bęben tnący i recutter typu szczelinowego, pozwala otrzymywać siewczkę bardziej jednorodną postaciowo, która poddawana suszeniu przy różnych temperaturach powyżej 100°C wykazuje również najkorzystniejszy przebieg suszenia.

2. Wpływ metody ujednoradniania siewczki na przebieg jej suszenia daje się stwierdzić we wzroście szybkości suszenia takiej siewczki od 16-41% oraz oszczędnością czasu suszenia od 33-46% w porównaniu do rezultatów odpowiednio uzyskanych dla siewczki K i D.

3. Uzyskane wyniki dają zatem podstawę do twierdzenia o celowości prowadzenia dalszych badań nad suszeniem takiej siewczki w suszarni bębnowej dla określenia możliwości przyspieszenia procesu suszenia i obniżenia zużycia energii.

LITERATURA

1. Biłowicki J.: Nowe tendencje w technologii produkcji suszu z zielonek. Nowe Rol. nr 8, 1976.
2. Kamiński E., Ledwoń K.: Wpływ stopnia rozdrobnienia siewczki z całych roślin kukurydzy na proces suszenia Rocz. Nauk Rol. t. 73, seria C, nr 2, 1978.
3. Kamiński E.: Teoria i technologia suszenia kukurydzy. Wrocław, 1979.
4. Misterski W.: Wpływ techniki zbioru zielonki, przeznaczonej do suszarni na straty składników pokarmowych. Nowe Rol., nr 8, 1973.
5. Maltry W.: Heißlufttrocknung und Warneenergiebedarf Agrartechnik, nr 5, 1974.
6. Wieland E.: Badania nad możliwością zwiększenia wydajności oraz obniżenia zużycia paliwa i energii elektrycznej w suszarni bębnowej SB-1,5. Maszynopis. Praca doktorska, Poznań, 1979.
7. Wieneke F.: Technologie der Heißlufttrocknung und verpressung von Grünfutter. KTBL, nr 176, 1974.
8. Woyke W., Wieland E.: Wyniki badań stacjonarnej siewczkarni docinającej. Maszynopis, Instytut Mechanizacji Rolnictwa AR, Poznań, 1978.

Витольд Войке, Эдвард Велянд

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОДНОРОДНОЙ СЕЧКИ
ИЗ ПРОВЯЛЕННОЙ ТРАВЫ НА ПРОЦЕСС ЕЕ СУШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КОНВЕКЦИИ

Р е з ю м е

Представлены исследования, определяющие влияние применения метода приготовления однородной сечки из провяленной травы на интенсификацию процесса ее сушения при температуре выше 100°C.

Доказано, что применяя метод вторичного срезания "длинной сечки с поля" с использованием стационарной многодисковой соломорезки, можно получить сечку более однородной массы при длине фракции до 20 мм и толщиной частиц ок. 1 мм.

Доказано, что при сушении сечки в виде однородной массы можно ускорить сушку на 16% и сэкономить более 30% времени сушки.

Witold Woyke, Edward Wieland

EFFECT OF APPLICATION METHOD HOMOGENIZING CHOPPED WILTED GRASS
ON ITS DRYING PROCESS IN CONVECTIVE CONDITIONS

S u m m a r y

Effect of homogenizing chopped wilted grass on intensification of its drying process in the temperatures above 100 deg C, has been investigated.

It has been found that the application of repeated chopping of "long chopped hay from the field" by means of a stationary chopper with recutter, gives very uniformly chopped material at the fraction length up to 20 mm and particle thickness of about 1 mm.

By drying homogenized chopped grass the drying rate may be improved by over 16% and time of drying cut by over 30%.