

PORÓWNANIE KONWEKCYJNEGO SUSZENIA ŁODYG, LIŚCI ORAZ OGONKÓW LIŚCIOWYCH LUCERNY

E. KAMIŃSKI — Polska

Lucerna stanowi z punktu widzenia suszarniczego materiał dość niejednorodny. Składa się ona z łodyg, liści i ogonków liściowych. Każdy z tych elementów charakteryzuje się nie tylko innymi początkowymi zawartościami wody U_0 , ale również kształtem i wymiarami. Ma to znaczenie podczas suszenia, między innymi w suszarkach bębnowych, których produkt końcowy niejednokrotnie traci na wartości na skutek przepalania niektórych partii i niedosuszenia innych, co oczywiście obniża klasę suszu.

Tematem przeprowadzonych badań było porównanie suszenia poszczególnych części roślin. Obiektem badań była lucerna Kleszczewska zbierana z poletek doświadczalnych RZD Pawłowice w pow. wrocławskim. Była ona zbierana w trzech pokosach, odpowiadających trzem terminom: 4 czerwca, 20 lipca oraz 1 września 1970 r.

Pomiary pozwoliły na wykonanie charakterystyk suszenia następujących elementów: górnych, środkowych i dolnych części łodyg, ogonków liściowych oraz liści. Suszenie odbywało się w warunkach konwekcji naturalnej, w suszarce laboratoryjnej, w temperaturze około 120°C przy wilgotności powietrza wahającej się od 60 do 80% i ciśnieniu atmosferycznym 730-756 mm Hg. Pomiary wykonywane były w trzech powtórzeniach dla każdej grupy elementów w każdym pokosie.

Metodyka badań była następująca:

Próbkę o ciężarze 4,000 g umieszczano w suszarce na szalce wagi torsyjnej o zakresie 0-4 g i dokładności odczytu do 0,001 g. Ubytki wagi mierzono co 5 min. Próbki łodyg przygotowywane były w sposób następujący: całą łodygę obraną z ogonków i liści dzielono na trzy części, z których wycinano w środku odcinki 5 cm. Następnie mierzono grubość łodygi w dwu płaszczyznach za pomocą czujnika mikrometrycznego i określono średnią średnicę wszystkich łodyg próbki, jako średnicę arytmetyczną. Ogonki liściowe i liście suszono w całości, z tym, że liście nawlekano na nitkę tak, aby nie stykały się ze sobą. Pomiary prowadzono do momentu, aż trzy kolejne odczyty nie wykazywały różnic.

Ubytki ciężarów nanoszono do tabel 1 i 2, następnie obliczano zawartość wody U , którą nanoszono na wykresy $U = f(\Theta)$, gdzie Θ — czas suszenia. Ogółem wykonano 36 pomiarów suszenia łodyg, 9 ogonków liściowych i 9 liści. Przykłady kilku krzywych przedstawiają wykresy na rysunkach 1 i 2.

Tabela 1

Pomiary ubytków wody podczas suszenia łądyg

Pomiar	1	2	3	4	7	8	9	10	11	18	19	20
d	3,4	3,6	3,3	3,4	3,5	3,6	3,5	3,4	3,8	3,45	3,49	3,00
U_0	3,00	3,48	5,40	4,74	5,30	3,52	3,37	4,41	3,63	4,46	3,28	2,49
$\frac{du}{d\Theta_I}$	0,079	0,079	0,132	0,108	0,121	0,0825	0,089	0,59	0,65	0,11	0,082	0,059
K	0,092	0,084	0,094	0,92	0,100	0,15	0,14	0,12	—	0,13	0,13	0,13
Θ_I	50	35	30	30	40	30	25	25	—	40	20	45
Θ_{II}	85	90	75	85	80	85	80	80	105	75	75	90

Pomiar	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	43
d	2,72	2,07	2,70	2,29	2,3	2,98	3,31	3,01	2,86	2,16	3,37	2,35
U_0	2,70	3,79	2,66	3,05	3,09	2,56	2,31	2,43	2,40	3,05	2,12	5,69
$\frac{du}{d\Theta_I}$	0,083	0,113	0,051	0,071	0,064	0,055	0,048	0,089	0,064	0,079	8,045	—
K	—	0,13	0,16	—	0,13	0,12	0,15	0,084	0,073	0,083	0,10	0,16
Θ_I	—	—	40	—	45	30	20	40	20	20	45	30
Θ_{II}	80	—	75	65	80	90	95	80	75	65	100	60

Pomiar	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
d	2,67	2,91	2,15	2,85	2,95	2,28	2,65	2,93	2,18	2,70	2,96
U_0	3,32	3,00	3,86	3,48	2,90	3,69	3,34	2,96	3,34	3,29	2,90
$\frac{du}{d\Theta_I}$	0,089	0,081	0,10	0,10	0,078	0,095	0,103	0,078	0,096	0,092	0,078
K	—	0,15	0,007	0,111	0,091	0,058	0,092	0,081	0,093	0,091	0,091
Θ_I	—	40	5	25	25	20	25	25	25	35	25
Θ_{II}	70	65	65	60	65	65	60	65	60	55	60

Tabela 2

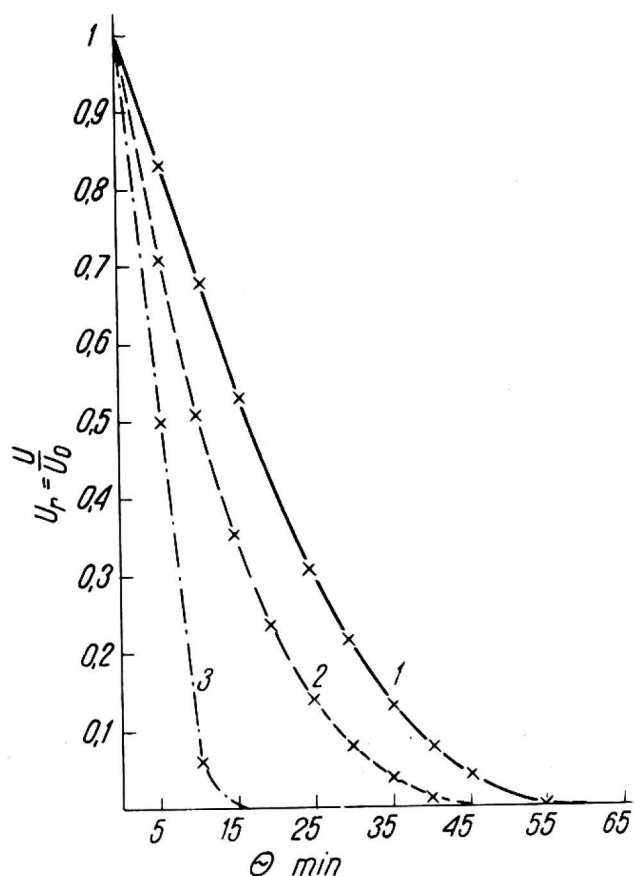
Pomiary ubytków wody podczas suszenia liści

Pomiar	36	37	40	38	41	58	59	60	61
U_0	3,99	3,61	3,83	3,54	3,68	2,79	2,56	2,94	2,99
$\frac{du}{d\Theta_I}$	-0,46	-0,46	-0,25	-0,38	0,42	0,31	0,30	0,36	0,4
K	0,27	0,3	0,3	0,38	0,26	0,33	0,30	0,25	0,38
Θ_I	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Θ_{II}	30	15	20	25	25	25	20	25	25

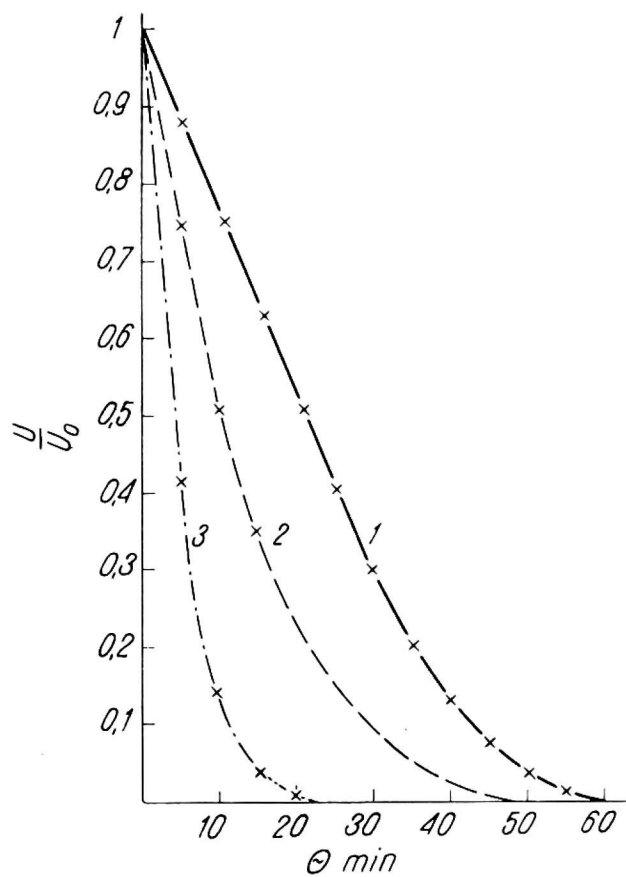
Całkowity czas suszenia łądyg wynosił 60-105 min, ogonków liściowych 50-65 min i liści 15-25 min.

W literaturze przyjęto ogólnie dla podobnych warunków suszenia lucerny przebieg składający się z dwu okresów, a mianowicie: okresu stałej szybkości suszenia ($\frac{du}{d\Theta_I} = \text{const}$) oraz zmiennej szybkości suszenia ($\frac{du}{d\Theta_I} \neq \text{const}$) określonej równaniem $U = \Psi \cdot e^{-K\Theta}$, gdzie Ψ — stała, K — współczynnik suszarniczy, e — podstawa logarytmu naturalnego.

Wobec powyższego punkty pomiarowe naniesiono dla sprawdzenia na skalę półlogarytmiczną. Istotnie okazało się, że istnieje drugi okres suszenia, w którym punkty w układzie półlogarytmicznym układają się wzdłuż prostej, a więc suszenie



Rys. 1. Dynamika schnięcia łądyg, ogonków liściowych i liści Pokos III, 1 — liście (pomiar 53), 2 — łądygi pomiar 45), 3 — ogonki liściowe (pomiar 55)



Rys. 2. Dynamika schnięcia łądyg, ogonków liściowych i liści Pokos II, 1 — łądygi (pomiar 27), 2 — ogonki liściowe (pomiar 34), 3 — liście (pomiar 36)

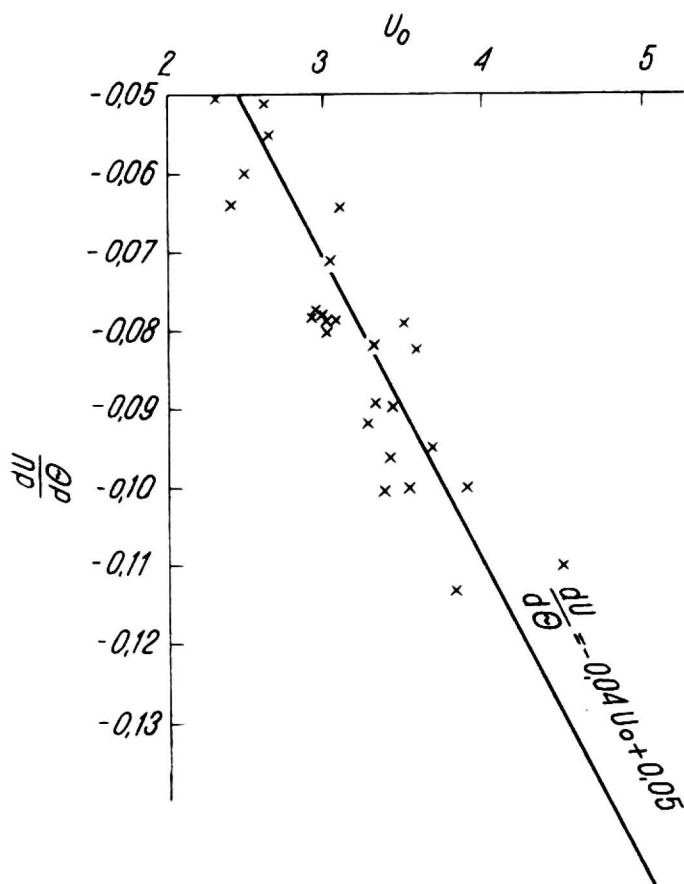
lucerny odpowiada omówionemu wyżej modelowi matematycznemu. Wobec tego dla każdego wykresu wyznaczono współczynnik kierunkowy prostej pierwszego

okresu suszenia $\frac{du}{d\Theta_I}$ stosując metodę najmniejszych kwadratów, oraz współczynnik suszarniczy K , posługując się przy tym podziałką półlogarytmiczną. Wyznaczono też czas pierwszego okresu suszenia Θ_I oraz drugiego okresu Θ_{II} .

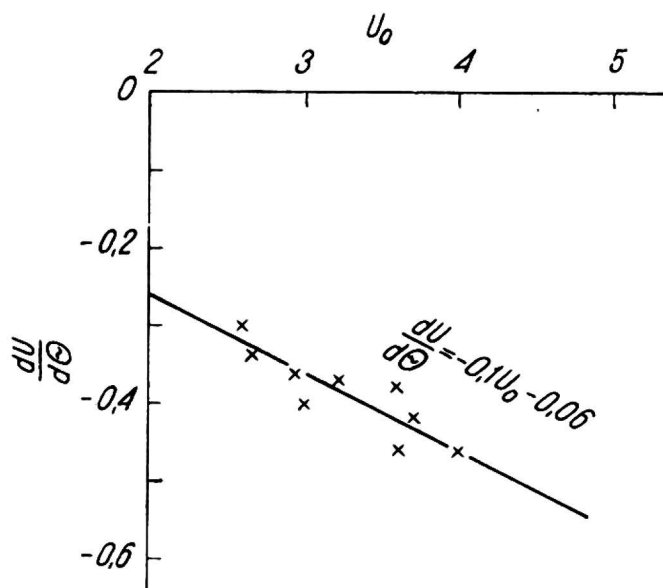
Okazało się, że szybkość suszenia w pierwszym okresie waha się w dość dużych granicach i wynosi: dla łodyg 0,045-0,121, dla ogonków 0,13-0,19 i dla liści 0,30-0,47 kg H₂O/kg s.m. min.

Również współczynnik suszarniczy K wykazywał dużą zmienność i wynosił odpowiednio: 0,058-0,16, 0,062-0,08, 0,25-0,38.

Próbowano znaleźć zależność szybkości suszenia $\frac{du}{d\Theta_1}$ i współczynnika suszarniczego K od cech początkowych rośliny, tj. U_0 i d . W tym celu dane z pomiarów



Rys. 3. Zależność szybkości suszenia w pierwszym okresie od początkowej zawartości wody w łodygach



Rys. 4. Zależność szybkości suszenia w pierwszym okresie od początkowej zawartości wody w liściach

uporządkowane w tabeli 1 i 2 naniesiono na wykresy o następujących układach współrzędnych:

$$\frac{du}{d\Theta_1} = f(d), \quad \frac{du}{d\Theta} = f(U_0), \quad K = f(d), \quad K = f(U_0).$$

Okazało się, że dla łodyg i liści udało się znaleźć zależność $\frac{du}{d\Theta_1} = f(U_0)$, która jest określona równaniami:

$$\text{dla łodyg} \quad \frac{du}{d\Theta_1} = -0,04U_0 + 0,05,$$

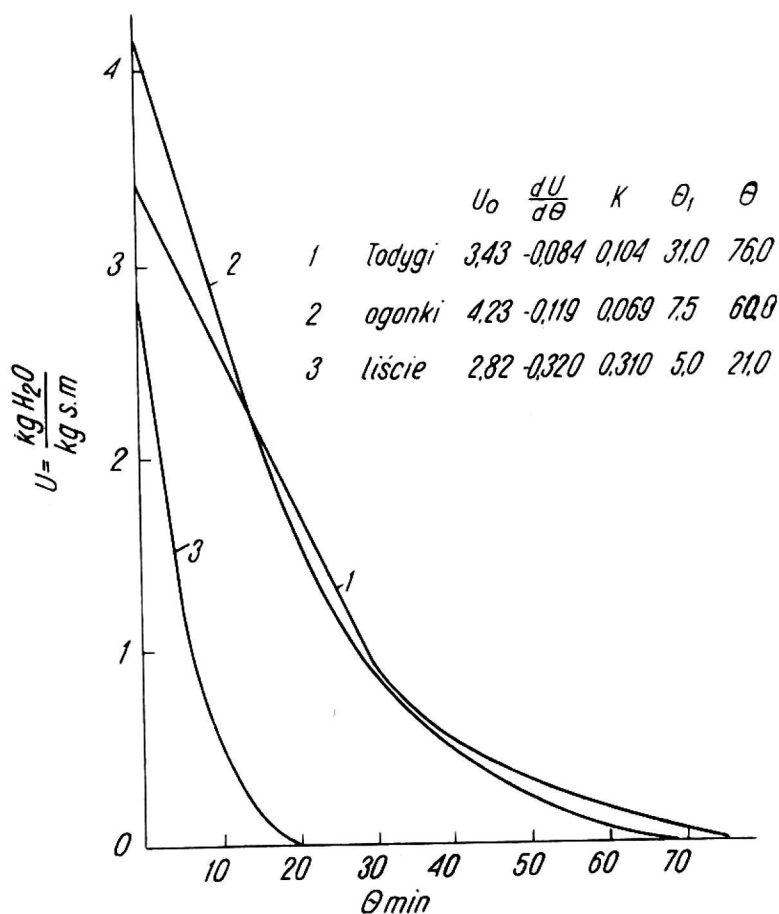
$$\text{dla liści} \quad \frac{du}{d\Theta_1} = -0,10U_0 - 0,06.$$

Proste te określone metodą najmniejszych kwadratów przedstawiają wykresy na rysunkach 3 i 4. Nie udało się natomiast punktów pomiarowych współczynnika suszarniczego K ująć w jakimkolwiek z wymienionych układów w formę matematyczną, gdyż wykazywały zbyt wielki rozrzut.

W związku z tym wyznaczono średnie arytmetyczne dla: U_0 , $\frac{du}{d\Theta_1}$, K , Θ_1 , Θ_{11} . Dane te przedstawione są na rysunku 5. Na ich podstawie skonstruowano krzywe suszenia roślin średnich w sposób następujący:

Z punktu U_0 wykreślono prostą pod kątem $\arctg \frac{du}{d\Theta}$ aż do punktu określonego przez czas Θ_1 . Następnie na podziałce półlogarytmicznej kreślono prostą od tego punktu pod kątem $\arctg K$, po czym odpowiednie punkty przenoszono na podziałkę zwyczajną. W ten sposób powstały krzywe reprezentujące średnią łodygę, liść i ogonek liściowy. Krzywe te przedstawione są na rysunku 5. Widać z nich, że poszczegól-

Rys. 5. Dynamika schnięcia średnich łodyg, ogonków liściowych i liści



ne elementy rośliny schną bardzo różnorodnie. I tak np. dla uzyskania suszu o wilgotności około 10% trzeba suszyć liście około 15 min, podczas gdy ogonki liściowe i łodygi zawierają w tym czasie jeszcze około 70% wilgotności. W celu doprowadzenia ich do wymaganych 10% wilgotności potrzeba 55-65 min.

Tak więc przeprowadzone badania pozwoliły na dokładne określenie dynamiki i czasu schnięcia poszczególnych części rośliny.

СРАВНЕНИЕ КОНВЕКЦИОННОЙ СУШКИ СТЕБЛЕЙ, ЛИСТЬЕВ И ЧЕРЕШКОВ ЛЮЦЕРНЫ

Э. КАМИŃСКИ — Польша

Резюме

В проводимых в Институте механизации сельского хозяйства Высшей сельскохозяйственной школы во Вроцлаве испытаниях определены кривые сушки для отдельных частей люцерны Клецевской. Целое растение разделено на следующие части: стебель-нижняя часть, стебель-средняя часть, стебель-верхняя часть, листья, черешки листьев. Сушка проведена в условиях натуральной конвекции в температуре 120°C и при относительной влажности атмосферного воздуха ок. 75%.

Принята следующая методика: растения очищались от листьев и черешков листьев, из которых были выделены отдельные пробы весом 3,850 г. Стебель разрезали на три части, причем из них вырезали отрезки длиной 5 см. Из отдельных отрезков взвешивались пробы весом также в 3,850 г. Потом, при помощи микрометрического датчика измерялась толщина отдельных стеблей. Таким образом подготовленные пробы вкладывались в лабораторную сушилку и подвешивались непосредственно на чашке торсионных весов с диапазоном 0-4,000 г.

Уменьшение веса измерялось каждые 5 мин.

Измерения были проведены для трех прокосов: начало мая, конец июля и конец августа. Каждое измерение производилось в четырёх повторениях. Результаты были внесены в таблицу, а потом нанесены на диаграммы.

$$U_{\text{ред}} = f(\theta).$$

Результаты измерений, показали, что нет существенной разницы в динамике высушивания отдельных частей стеблей, а время их полного высушивания в перечисленных во вступлении условиях — ок. 50 мин. Выступает, однако, большая разница в высушивании листьев, которое продолжалось ок. 20 мин. и черешков листьев — ок. 45 мин.

Не замечены особенные разницы в динамике высушивания растений с разных прокосов, однако, замечено большое влияние толщины стеблей.

COMPARISON OF THE CONVECTION DRYING OF ALFALFA STEMS, LEAVES AND PETIOLES

E. KAMIŃSKI — Poland

Summary

Some experiments have been undertaken in the Institute of Farm Mechanization of Agricultural College, Wrocław, to calculate the drying curves for particular elements of alfalfa plants (var. Kleszczewska). The whole plants were divided on following elements: the stem — lower, middle and upper segments, leaves and petioles. Drying process was conducted in the conditions of natural convection at the temperature of 120°C and 75% of relative humidity of the ambient air.

Following method was used: from the stripped leaves and petioles the individual samples of 3,850 G weight each were taken.

The stem was divided on three segments, from which the 5 cm sections were cut out. Samples of 3,850 G weight were taken from the individual sections. Then the diameter of individual stem sections was measured by means of dialmicrometer. The samples prepared like this were put into the oven-drier and placed on a scale of torsion balance (0-4,000 G range of indication). The losses of weight were measured in 5 min intervals.

The experiments were conducted for the three cuts of alfalfa: at the beginning of May, end of July and at end of August. Each experiment was repeated four times. The results are compiled in tables and then plotted as the curves

$$U_{\text{red}} = F(\Theta).$$

The results showed that there is no significant difference between the drying rate of different stem segments and the total time of drying in mentioned conditions amounted about 50 min.

There is however considerable difference between the drying rate of leaves (duration time of about 20 min and petioles duration of about 45 min).

No special differences were observed between the drying rate of plants from the various cuts: however an essential effect of the stems diameter was found.

DIE VERGLEICHUNG DER KONVEKTIVEN TROCKNUNG DER STENGELN, DER BLÄTTER UND DER BLATTSTIELE DER LUZERNE

E. KAMIŃSKI — Polen

Z u s a m m e n f a s s u n g

In dem Institut der Mechanisierung der Landwirtschaft der Landwirtschaftlichen Hochschule in Wrocław unternommenen Untersuchungen wurden die Trocknungskurven für die einzelnen Teile der Luzerne Kleszczewska bestimmt. Die ganze Pflanze wurde in die folgenden Teile eingestellt: unterer Teil des Stengels, mittlerer Teil des Stengels, oberer Teil des Stengels, die Blätter, die Blattstiele. Die Trocknung wurde in den Bedingungen der natürlichen Konvektion in der Temperatur 120°C und bei der relativen Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft ca 75% durchgeführt.

Es wurde folgende Methodik angenommen: Die Pflanzen wurden von den Blättern und Blattstiele geschält. Davon wurden einzelne Proben mit Gewicht 3,850 g abgeteilt. Der Stengel hat man auf drei Teilen geschneidet, nachdem wurden davon die Abschnitte mit 5 cm Länge abgeschnitten. Aus den einzelnen Abschnitten hat man die Proben mit 3,850 g Gewicht abgewogen. Weiter wurden mit dem mikrometrischen Fühler die Durchschnitte der einzelnen Stengel abgemessen. So vorbereitete Proben waren in den laboratorischen Trockner eingelegt und direkt auf der Schale der Trosionswaage mit Bereich 0-4,000 angehängt. Die Abnahmen vom Gewicht waren je 5 Min gemessen.

Die Messungen wurden für die drei Schwaden ausgeführt: Anfang Mai, Ende Juli und Ende August. Jede Messung war 4 Mal wiederholt. Die Resultate wurden in die Tabellen zusammengesetzt und auf die Zeichnungen eingetragen, als:

$$U_{\text{red}} = f(\Theta).$$

Die Resultate der Messungen haben gezeigt, dass keine wesentlichen Unterschiede in der Trocknungsdynamik der einzelnen Teile der Stengel bestehen und die Zeit der ganzen Abtrocknung in den oben genannten Bedingungen beträgt ca 50 Min. Es besteht aber der deutliche Unterschied in der Abtrocknung der Blätter, welche ca 20 Min dauerte und der Blattstiele ca 45 Min.

Es wurden keine spezielle Unterschiede in der Trocknungsdynamik der Pflanzen von verschiedenen Schwaden beobachtet, dagegen der wesentliche Einfluss der dicken Stengel festgestellt.