

WPŁYW TERMINU ZBIORU NA PRZEBIEG SUSZENIA KOLB, ŁODYG I LIŚCI KUKURYDZY

E. BIŁOWICKA — Polska

WSTĘP

Przewidywany program rozwoju uprawy kukurydzy w Polsce obejmuje zarówno zwiększenie areału, jak i asortymentu uprawianych odmian przystosowanych do strefy klimatu umiarkowanego. Ze względu na wysokie plony zielonej masy (700-800 q/ha) kukurydza stanowi szczególnie godną uwagi roślinę pastewną.

W ostatnich latach powstała w Polsce i innych krajach koncepcja wykorzystania całych roślin kukurydzy jako surowca do produkcji zielonego suszu pastewnego [2]. Kukurydza zbierana w stanie dojrzałości mlecznej lub woskowej nie stanowi wprawdzie surowca wysokobiałkowego, lecz gwarantuje uzyskanie paszy węglowodanowej, wysokoenergetycznej. Przy racjonalnej uprawie kukurydzy na ziarno, zbieranej w postaci całych dojrzałych roślin, osiąga się z 1 ha do 150 q suszu z plonu głównego lub do 100 q z plonu wtórnego. Dobór właściwych odmian pozwala zbierać masę roślinną o odpowiedniej dojrzałości w okresie od sierpnia do października. W tych warunkach kukurydza może stanowić uzupełnienie bazy surowcowej dla suszarń pasz w okresach między zbiorem innych zielonek, a także w rejonach o mniejszym nasileniu upraw okopowych (ziemniaków) przeznaczanych na susz. Rozszerzenie asortymentu suszonych roślin zwiększa roczną zdolność przerobową suszarni pasz, wpływając korzystnie na wskaźniki ekonomiczne.

Skład chemiczny roślin kukurydzy, podobnie jak innych roślin, ulega istotnym zmianom w różnych stadiach dojrzałości (tab. 1). Z dojrzewaniem roślin wzrasta zawartość włókna tworzącego tkanki podporowe; zwiększająca się powierzchnia liści sprzyja intensywnemu wytwarzaniu węglowodanów, których szczególny przyrost daje się zaobserwować w stadium formowania kaczanów. W tym okresie wzrasta znacznie plon suchej masy, strawność zaś suchej masy roślin jest najwyższa przy szklistej dojrzałości ziarna. Po ukształtowaniu się kolb z ziarnem skład suchej masy całych roślin jest stabilny, w miarę dojrzewania maleje tylko zawartość wody.

W dotychczasowych badaniach zajmowano się głównie zmianami składu chemicznego kukurydzy, od których zależy jej wartość pokarmowa. Z punktu widzenia techniki suszenia, rośliny kukurydzy stanowią materiał złożony z elementów o różnej strukturze: kolby, łodygi i liście. Wzajemne proporcje masy poszczególnych części roślin zmieniają się zależnie od stadium wegetacji (tab. 2). Istotne znaczenie w pro-

T a b e l a 1

Skład chemiczny roślin kukurydzy w różnych stadiach vegetacji

Data	Stadium vegetacji roślin	Sucha masa		Zawartość w suchej masie (%) oraz plon (kg/ha)									
		%	kg/ha	ekstrakt eterowy	włókno	białko ogólne	bezażotowe wyciągowe	popiół	%	kg/ha	%	kg/ha	
24 VII	wysokość ok. 1 m	100	828	5,47	45	23,25	193	20,38	169	38,58	319	12,32	102
6 VIII	pierwsze kitki	100	2 542	1,87	48	29,84	759	16,04	408	43,56	1 107	8,69	221
28 VIII	jedwabiste kitki	100	5 172	1,07	56	26,34	1 363	9,55	494	57,09	2 951	5,95	308
10 IX	zasychające	100	6 992	1,54	108	22,05	1 490	8,81	616	62,29	4 356	5,31	371
24 IX	dojrzałość mleczna	100	9 178	2,49	229	18,79	1 725	6,98	970	66,94	6 143	4,80	440
1 X	dojrzałość do silosowa- nia	100	10 112	2,40	243	17,94	1 814	7,39	747	68,14	6 890	4,13	418
8 X	dojrzałość do zbioru na ziarno	100	10 659	2,82	300	18,45	1 967	7,34	783	67,32	7 178	4,07	434

cesie suszenia ma również początkowa zawartość wody w surowcu, decydująca o wydajności suszarni.

Kukurydza przeznaczona na susz jest zbierana sieczkarnią zbierającą i suszona w suszarni, najczęściej bębnowej. Dla osiągnięcia prawidłowych warunków pracy suszarni, konieczne jest dobranie optymalnego stanu wilgotności dojrzałych roślin,

T a b e l a 2

Procentowy udział masy kolb, łodyg i liści u mieszańca
kukurydzy Uśpiech

Faza dojrzałości ziarna	Udział w %		
	kolby	łodygi	liście
Formowanie ziarna	36,7	29,6	33,7
Dojrzałość mleczna	41,8	36,8	21,4
„ mleczno-woskowa	47,2	33,6	19,2
„ woskowa	48,0	33,6	18,4
„ pełna	51,4	36,1	12,5

przy możliwie najniższym udziale części zdrewniałych. Z drugiej strony, przy zróżnicowanej strukturze surowca istotny problem stanowi zachowanie się poszczególnych frakcji świeżej masy w jednakowych warunkach suszenia wytwarzanych w bębnie suszarni.

CEL I METODYKA BADAŃ

Przeprowadzone badania laboratoryjne miały na celu porównanie przebiegu suszenia roślin kukurydzy zbieranych w dwóch stadiach dojrzałości. Pierwszy zbiór przeprowadzono w ostatnich dniach września, drugi w pierwszych dniach listopada 1970 r. Całą roślinę kukurydzy przeznaczoną do suszenia traktowano jako obiekt złożony o zróżnicowanej strukturze anatomicznej, porównując przebieg suszenia poszczególnych części rośliny: kolb, łodyg i liści.

Kukurydzę odmiany F7 × EP1 zbierano w Stacji Hodowli Roślin Kobierzyce k. Wrocławia. Do badań przeznaczono po 10 całych roślin zbieranych w I i II terminie. Z roślin wydzielano poszczególne części, tj. kolby, łodygi i liście wraz z okrywkami liściowymi kolb, oznaczając ich masę i wilgotność. Przygotowując próbki do suszenia, poszczególne części rośliny cięto na kawałki długości około 25 mm, stanowiące elementy próbek; długość ta odpowiada w przybliżeniu długości cięcia przez sieczkarnię zbierającą. Wszystkie elementy kaczanów i łodyg mierzono i liczono. Liczebność próbek z liści nie była kontrolowana ze względu na bardzo dużą liczbę elementów.

Z przygotowanego materiału odważano próbki. Elementy próbek układano na siatce w ten sposób, ażeby każdy element mógł być opływany przez suszące powietrze. Pocięte liście i okrywy kolby nawlekano na nici, zachowując ich nastroszenie, ułatwiające wymianę masy. Siatka z próbką zawieszona na ramieniu laboratoryjnej

wagi technicznej, umocowanej na elektrycznej suszarce, znajdowała się wewnątrz suszarki w temperaturze 109°C. Czas kolejnych ubytków masy wody rejestrowano sekundomierzem. Po zakończeniu pomiaru każdą próbkę pozostawiano w suszarce aż do osiągnięcia stałej wagi, co było równoznaczne z oznaczaniem masy suchej substancji próbki.

PRZEBIEG I WYNIKI BADAŃ

Charakterystykę roślin użytych do badań przedstawia tabela 3; dane liczbowe stanowią średnie arytmetyczne wartości dla 10 roślin. Z tabeli 3 wynika, że kaczany były w pełni wykształcone już w I terminie zbioru (wrzesień), ich masa i wilgotność praktycznie nie zmieniała się do chwili zbioru w II terminie (listopad). Wilgotność łodyg w II terminie pozostawała wysoka, chociaż masa ich znacznie zmalała; tkanka

Charakterystyka badanych roślin kukurydzy

Tabela 3

	Wrzesień		Listopad	
	wartości średnie	odchylenie standardowe	wartości średnie	odchylenie standardowe
Wymiary w cm				
wysokość rośliny	206,5	± 13,2	182,2	± 9,8
długość wiechy od podstawy do szczytu	34,1	—	23,4	—
wysokość zawieszenia pierwszej kolby	72,2	—	71,0	—
grubość pierwszego międzywęźla	1,9	—	2,0	—
grubość drugiego międzywęźla	1,3	—	1,0	—
Liczba liści, szt.	10,0	—	9,0	—
Masa w g				
liści	94,3	± 17,4	18,9	± 3,8
okryw liściowych pierwszej kolby	81,3	± 38	28,7	± 14,0
wiechy	4,2	—	2,2	—
pierwszej kolby	243,2	± 11,6	241,0	± 23,7
łodyg	297,0	± 69,2	176,0	± 60
łodygi kolbowej	27,8	—	26,5	—
Wilgotność w %				
liści i okryw liściowych				
pierwszej kolby	75,0	± 1,8	14,0	± 2,9
pierwszej kolby	46,0	± 4,5	44,0	± 2,2
łodyg	82,0	± 3,6	79,0	± 1,7

łodyg była zdrewniała, zewnętrzna warstwa całkowicie brunatna. Masa liści z II terminu zbioru była 5-krotnie niższa niż w pierwszym, liście stały się brunatne i kruche. Wilgotność liści łącznie z okrywami liściowymi kolb zmalała z 75% we wrześniu do 14% w listopadzie.

W tabeli 4 przedstawiono charakterystykę przygotowywanych próbek; wartości liczbowe stanowią średnie arytmetyczne dla 10 roślin. Masę próbek starano się zachować taką samą w obu terminach. W II terminie uzyskanie próbki liści o tej samej masie co w pierwszym było niemożliwe ze względu na bardzo niską ich wil-

Tabela 4

Charakterystyka początkowa suszonych próbek kukurydzy

		Masa próbki g	Wilgotność %	Zawartość wody U kg H ₂ O kg s.m.	Długość elementów mm	Średnica elementów mm	Liczba elementów w próbce szt.
Kolby	wrzesień (I)	151,3 ± 8,1	45,9 ± 4,5	0,848	23 ± 0,72	44 ± 0,88	5
	listopad (II)	182,5 ± 15,1	43,7 ± 2,2	0,776	24 ± 0,66	46 ± 1	5
Łodygi	wrzesień (I)	133,9 ± 6,2	81,9 ± 3,6	4,525	25,0	15,6 ± 1,6	30 ± 3,5
	listopad (II)	122,6 ± 19,0	79,3 ± 1,7	3,831	26 ± 5,6	15 ± 2,8	42 ± 12,7
Liście	wrzesień (I)	81,0 ± 9,3	75,4 ± 1,8	3,065	25	—	—
	listopad (II)	34,8 ± 9,4	14,4 ± 2,9	0,168	25	—	—

gotność. Natomiast masa próbek kolb w II terminie była większa niż w pierwszym, pomimo nieznacznie obniżonej wilgotności tej samej liczby elementów w próbce i przy nieznacznie większych wymiarach poszczególnych elementów. Przepuszczalnie uwidocznili się tu wpływ zróżnicowanej budowy tkanek w obu stadiach dojrzałości. Masa próbek łodyg była mniejsza w II terminie, pomimo takich samych wymiarów elementów i zwiększonej o około 30% liczby elementów w próbce. W stosunku do masy całej części rośliny odważone do suszenia próbki stanowiły w I terminie około 50%, w II terminie około 70% (tab. 5).

Wyniki pomiarów przebiegu suszenia każdej próbki zostały przedstawione w formie krzywych zależności zredukowanej zawartości wody U od czasu suszenia t . Następnie wykreślono średnie krzywe suszenia dla kolb, łodyg i liści roślin suszonych we wrześniu i w listopadzie (rysunek). Średnie krzywe suszenia powstały ze średnich arytmetycznych zredukowanej zawartości wody U z 10 suszonych próbek w 10-minutowych odcinkach czasowych. Krzywe przedstawione na rysunku pozwalają porównać przebieg suszenia kolb, łodyg i liści zbieranych w różnych terminach.

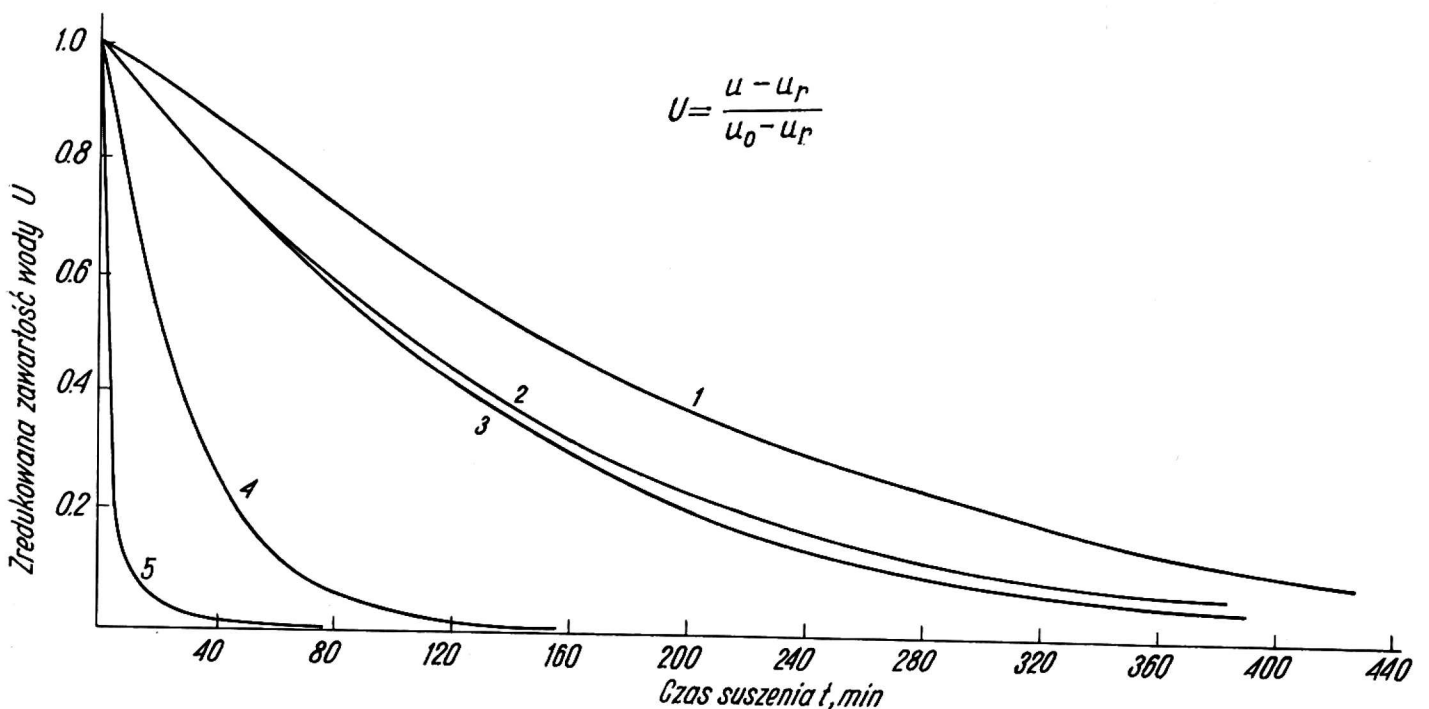
Wielkość pobranej próbki w stosunku do całej części rośliny

Tabela 5

Części rośliny	Wrzesień (I)			Listopad (II)		
	masa, g		masa, %	masa, g		masa, %
	całkowita	próbki	próbki w stosunku do masy całkowitej	całkowita	próbki	próbki w stosunku do masy całkowitej
Kolby	243,2	151,3	62	241,0	182,5	75,5
Łodygi	297,0	133,9	45	176,0	122,6	69,5
Liście, okrywowe kolb	175,6	81,0	46	47,6	34,6	72,5

Kolby zbierane we wrześniu wysychają tak samo jak w listopadzie, łodygi wysychają szybciej niż kolby, przy czym termin zbioru ma niewielki wpływ na czas ich wysychania. Najkrótszy jest czas wysychania liści.

W tabeli 6 zestawiono wyliczony średni czas suszenia kolb, łodyg i liści kukurydzy do osiągnięcia wilgotności końcowej $w_2 = 11\%$ ($u = 0,125$). Do takiej wilgotności doprowadzana jest zielonka w suszarce bębnowej. Niektórych próbek, szczególnie łodyg, nie zdołano doprowadzić w trakcie doświadczenia do tej wilgotności; przeprowadzono w tych przypadkach interpolację liniową krzywych. Ponadto w tabelach podano odchylenia standardowe i wartości błędu względnego dla wykonywanych pomiarów.



Przebieg suszenia kolb, łodyg i liści kukurydzy

1 — kolby suszone we wrześniu i listopadzie, 2 — łodygi suszone we wrześniu, 3 — łodygi suszone w listopadzie, 4 — liście suszone we wrześniu, 5 — liście suszone w listopadzie

(u — zawartość wody w kg/kg s.m., u_r — zredukowana zawartość wody)

Dane charakteryzujące próbki suszonego materiału (tab. 3, 4, 5) wykazują znaczny rozrzut. Również procentowe błędy względne dla tych danych są dość znaczne, świadczące o dużej różnorodności materiału. Dlatego też rozrzut wielkości charakteryzujących czas suszenia w tabeli 6 nie wydaje się nadmierny.

Tabela 6

Czas suszenia roślin kukurydzy do wilgotności $w_2 = 11\%$

	Wrzesień			Listopad		
	czas suszenia min	odchylenie standardowe	błąd względny %	czas suszenia min	odchylenie standardowe	błąd względny %
Kolby	359	± 29	8,1	347	± 35	10,1
Łodygi	455	± 39	8,6	394	± 86	21,8
Liście	93	± 25	31,3	1,5	$\pm 0,7$	43,8

W tabeli 7 zestawiono wielkości czasu niezbędnego do wysuszenia poszczególnych części roślin do wilgotności końcowej $w_2 = 11\%$. Wielkości te porównano z czasem suszenia łodyg — najdłuższym zarówno w I jak w II okresie zbioru.

W tabeli 8 przedstawiono bilans ubytków masy wody w procesie suszenia całych świeżych roślin kukurydzy do wilgotności końcowej $w_2 = 11\%$. Należy spodziewać

Tabela 7

Czas suszenia części roślin kukurydzy do wilgotności końcowej $w_2 = 11\%$

	Łodygi		Kolby		Liście	
	wrzesień	listopad	wrzesień	listopad	wrzesień	listopad
Czas suszenia						
w minutach	455	394	359	347	93	1,5
w procentach	100	86,5	100	97,0	100	2,4
Czas suszenia w stosunku do czasu suszenia łodyg, w procentach	100	100	79	88,0	20,4	0,4

się, że w listopadzie podczas suszenia całych roślin zostanie odprowadzona połowa (49%) masy wody, którą odparowywano we wrześniu. Podobny stosunek utrzymuje się dla łodyg (57%), podczas gdy dla kolb masa odparowanej wody prawie nie zmienia się (94%), natomiast dla liści spada do kilku procent.

W przeliczeniu na 1 kg suchej masy — masa odparowanej wody z roślin zbieranych w listopadzie jest o około 1 kg wody mniejsza niż we wrześniu. Różnica ta wynika głównie z niższej wilgotności i obniżonej masy łodyg, co wiąże się z procesami drewnienia tkanek, a także ze znacznie obniżonej wilgotności i mniejszej masy liści.

Bilans						
Wrzesień						
masa, g						
Części rośliny	wilgotność %	próbki	wody w próbce	całej rośliny	wody w roślinie	odparowanej wody po wysuszeniu do wilgotności 11%
Kolby	46	151,3	69,8	243,2	111,7	95,2
Łodygi	82	133,9	109,7	297,0	243,5	237,0
Liście, okrywy liściowe	75	81	60,8	175,6	134,8	129,3
Razem		366,2		715,8	490	461,5

WNIOSKI

Z przeprowadzonych badań wynika, że przebieg procesu suszenia całych roślin kukurydzy pod względem energetycznym jest korzystniejszy w późniejszym stanie dojrzałości ze względu na niższą zawartość wody do odparowania. Jednak z uwagi na wartość technologiczną i przeznaczenie produktu bardziej odpowiedni jest wcześniejszy termin suszenia, gdy ukształtowanym kolbom towarzyszą zielone liście i nie zdrewniałe łodygi.

LITERATURA

1. Anonim: Drying whole crop green corn. Implement and Tractor. t. 86 nr 13, 1971.
2. Jakacki A.: Biuletyn Informacyjny IMER 1969, t. 8 nr 12.
3. Ruebenbauer T. i wsp.: Kukurydza. PWRiL, Warszawa 1964.
4. Szewczenko A.: Kukurydza. PWRiL, Warszawa 1963.
5. Virion J., Chomyszyn M.: Kukurydza na paszę. Warszawa 1960, PWRiL.
6. Watson S. J., Nash N. J.: The conservation of grass and forage crops. London/Edinburgh 1960.

ВЛИЯНИЕ СРОКА УБОРКИ НА ПРОЦЕСС СУШКИ КОЧАНОВ, СТЕБЛЕЙ И ЛИСТЬЕВ КУКУРУЗЫ

Э. БИЛОВИЦКА — Польша

Р е з ю м е

Новая точка зрения на кукурузу как дополняющее сырьё для барабанных кормосупилок выявила потребность сравнения процесса сушки отдельных частей: кочана, стебля и листьев кукурузы, собираемой в разные сроки.

Tabela 8

wodny

Listopad					
masa, g					
wilgotność %	próbki	wody w próbce	całej rośliny	wody w roślinie	odparowanej wody po wysuszeniu do wilgotności 11%
44	182,5	80,5	241,0	106,0	89,0
79	122,6	96,9	176,0	139,0	135,5
14	34,6	4,8	49,8	7,3	4,5
	339,7		466,8	252,3	226,0

Первая уборка проведена в сентябре, вторая — в ноябре. Для исследований выбраны по десять растений каждого срока уборки. Отдельные части растения разрезались на отрезки длиной около 2,5 см. Подготовленный материал укладывался единичным слоем на сетке, которая подвешивалась на плече лабораторных технических весов. Образец с сеткой помещался внутри лабораторной сушилки, нагретой до температуры 109°C.

Зарегистрировано время, в течение которого выступали очередные потери массы воды в образце.

Результаты проведенных испытаний показали, что дольше всего высыхали стебли, как в первом, так и во втором сроке уборки. Начальная влажность стеблей незначительно отличалась в обоих сроках, однако, время сушки в ноябре было короче на около 18%, чем время сушки в сентябре. Кочаны кукурузы высыхали в ноябре на около 3% быстрее, чем в сентябре. Время сушки листьев в ноябре составляло только 2,5% времени сушки в сентябре. Кочаны кукурузы в сентябре высыхали на 28% быстрее, чем стебли, в ноябре на 8%. Время же сушки листьев в сентябре составляло 18,4% времени сушки стеблей, в ноябре же только 0,5%.

EFFECT OF HARVESTING TIME ON THE DRYING RATE OF EARS, STEMS AND LEAVES OF MAIZE

E. BIŁOWICKA — Poland

S u m m a r y

A new idea is to treat the maize crop as supplementary row material for the rotary fodder driers. This caused a need to compare the drying rate of particular elements of the maize plants — ears, stems and leaves, harvested in different time.

The first harvest of crop was carried out in September, the second one in November. From each harvest ten individual whole plants were taken to experiments. Particular elements of plants were cut on the sections about 2.5 cm long. Prepared this way material was laid in single-bed layer

on a net suspended to the beam of laboratory balance. A net with a sample of material was placed inside the laboratory oven-drier at the temperature of 109°C. The time of consecutive losses of water in the sample was recorded.

The results of experiments showed that the drying of stems ran the most slowly, both, in the first and second harvest time. The difference between the initial moisture contents of stems from the first and second harvests was insignificant; however the total stems drying time in November was shorter of about 18 per cent comparing with that in September. The drying time of ears was shorter in November of about 3 per cent in comparison with that in September. Drying time of the leaves in November reached only 2.5 per cent of drying time in September. Drying time of ears was in September of about 28 per cent shorter and of about 8 per cent in November than the drying time of stems. On the other hand the drying time of leaves was in September 18.4 per cent of the drying time of stems and barely 0.5 per cent in November.

DER EINFLUSS DES ERNTETERMINS AUF DEN VERLAUF DER TROCKNUNG DER MAISKOLBEN, DER STIELE UND MAISBLÜTTER

E. BIŁOWICKA — Polen

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

Die neue Konzeption, den Mais als Ergänzungsrohstoff für die Trommeltrockner anzunehmen, veranlassten den Bedarf der Vergleichung des Trocknungsverlaufes der einzelnen Teile: der Kolben, der Stiele und der Blätter von Mais, welcher in verschiedenen Terminen geerntet wird.

Die erste Ernte wurde im September, die zweite im November durchgeführt. Zu den Untersuchungen hat man je zehn Pflanzen von jedem Frist ausgewählt. Die einzelnen Teile der Pflanzen hat man in Stücke mit Länge ca 2,5 cm geschnitten. Das vorbereitete Material hat man in einer dinnen Schichte auf das Netz gelegt, welches auf dem Arm der laboratorische Wage aufgehängt war. Die Probe mit dem Netz hat man in dem laboratorischen Trockner in der Temperatur 109°C untergebracht. Man hat die Zeit registriert, in welchem laufende Verluste von Wasser in der Probe stattfanden.

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen hat man festgestellt, dass am längsten die Stiele austrockneten, so aus dem ersten wie auch aus dem zweiten Erntetermin. Die Anfangsfeuchtigkeit der Stiele hat sich sehr wenig in beiden Ernteterminen unterscheidet, aber die Trocknungszeit im November war um ca 18% kürzer als im September. Die Maiskolben haben im November um ca 3% schneller als im September ausgetrocknet. Die Trocknungszeit der Blätter im November bildete nur 2,5% der Trocknungszeit im September. Die Maiskolben haben im September um 28% schneller als die Stiele und im November um 8% schneller ausgetrocknet. Dagegen die Trocknungszeit der Blätter im September bildete 18,4% der Trocknungszeit der Stiele und im November nur 0,5%.