

GOTLIN Dr. JOSIP

Poljoprivredno-šumarski fakultet, Zagreb

Odnos vlage zrna prema vlagi oklaska kod kukuruza

Program proizvodnje hibridnog kukuruza, posljednjih godina postavlja pred poljoprivredne organizacije, kao i pred poljoprivrednu službu niz problema, koje treba rješavati, a napose problem uskladištenja i čuvanja, kako sjemenske tako i merkantilne robe.

Premda su vremenske prilike jedan od najbitnijih faktora za dozrijevanje hibridnog kukuruza u odnosu na povoljnu sadržinu procenta vlage u zrnu, u svrhu uskladištenja — ipak je neophodno potrebno da se detaljnije upozna u kakvim odnosima stoji vlaga zrna prema oklasku, i to iz više razloga. Vrlo je dobro poznato da su procenat vlage zrna, oklaska te cijelog klipa rijetko izjednačeni, pa će prema tome procenat okrunjenog kukuruza na klip u velikoj mjeri varirati sa sadržinom vlage u zrnu. Odnos vlage zrna prema vlazi oklaska je važan kako u trgovinskim odnosima, tako i u procesu umjetnog sušenja. Problem odnosa vlage zrna prema vlazi oklaska te vlazi sadržanoj u klip od posebnog je interesa kod procesa umjetnog dosušivanja, gdje je potrebno unaprijed izračunati koliko je vode potrebno odstraniti iz klipa na određenu sadržinu vlage, koja će biti povoljna za uskladištenje.

U tom smjeru dosada je proveden veći broj analiza putem kojih se pokušalo naći te odnose.

U ovom članku želimo upoznati naše stručnjake sa istraživanjima, koja su provedena na »Perdue University« SAD po S. R. Miles-u i E. E. Remmenga, s pretpostavkom, da će se ti podaci moći vrlo uspješno koristiti i u našim prilikama i to kod otkupa i prodaje za ishranu, ili kod industrijske prerade i sušenja kukuruza.

Naročito je potrebno istaknuti, da odnosi između vlage zrna, oklaska i klipa nisu podjednaki kod kukuruza, koji se nalazi u spremištima (koševima i slično) u odnosu na kukuruz, koji se nalazi u polju u vrijeme berbe. Obzirom na ove razlike u sadržini vlage, u tabelama i grafikonima dati su posebni podaci za kukuruz, koji se drži u spremištima i kukuruz koji je u polju.

U tabeli 1. prikazani su podaci u određivanju vlage oklaska, klipa i zrna, i to, ako je kukuruz direktno uziman sa polja u toku berbe ili pak iz skladišta (Kolona D i E). Kolona B i C odnosi se na kukuruz direktno sa polja, kolona B odnosi se na podatke procenta vlage u oklasku, a kolona C na sadržinu vlage u klip. Obje kolone su u korelaciji sa kolonom A, t. j. procentom vlage u zrnu. Prema tome, ako imamo bilo koji od ovih podataka, s lakoćom možemo pomoću ove tabele izračunati ostale vrijednosti za sadržinu vlage. Ovi podaci prikazani su i grafički (sl. 1.). Pomoću ovoga grafikona vrlo brzo se može odrediti vlaga oklaska iz vlage zrna bilo direktno sa polja, ili ako se želi odrediti vlaga kukuruza, koji se nalazi u spremištu.

Primjer čitanja grafikona: Uzmimo da je vlaga zrna kukuruza u polju kod berbe bila 20%, na apscisi nađemo procenat od 20 i tada čitamo okomito na ordinati, i gdje se ove dvije linije sijeku na predočenoj krivulji za kukuruz u polju — očitamo na ordinati sa lijeve strane kolika je vlaga oklaska, što u tom slučaju iznosi 35%. Iz predočenog grafikona vidi se, kada je krivulja ispod dijagonale, da je onda sadržina vlage oklaska manja od sadržine vlage u zrnu.

Tabela 1.

**U TABELI SU IZNESENI PODACI O ODREĐIVANJU VLAGE OKLASKA
ILI KLIPA IZ VLAGE ZRNA I TO KLIPOVA DIREKTNO UZIMANIH SA
POLJA ILI IZ SPREMISTA**

% Vlage zrna A	Kukuruz sa polja % vlage		Kukuruz iz spremišta % vl.	
	oklaska B	klipa C	oklaska D	klipa E
4.6	3.7	4.4	3.7	4.4
5.0	4.0	4.9	4.0	4.9
6.0	4.6	5.7	4.6	5.7
7.0	5.3	6.8	5.3	6.8
8.0	6.2	7.7	6.2	7.7
9.0	7.2	8.7	7.2	8.7
10.0	8.2	9.7	8.2	9.7
11.0	9.9	10.8	9.3	10.7
12.0	11.5	11.9	10.4	11.7
13.0	13.2	13.0	11.6	12.7
14.0	15.0	14.2	12.9	13.8
15.0	16.8	15.3	14.4	14.9
16.0	19.0	16.6	16.2	16.0
17.0	22.2	18.0	18.3	17.2
18.0	26.6	19.7	20.8	18.4
19.0	31.1	21.2	23.8	19.7
20.0	35.1	22.6	27.2	21.0
21.0	38.8	23.9	30.5	22.6
22.0	42.0	25.2	33.7	23.8
23.0	44.0	26.6	....	....
24.0	45.8	27.9	....	....
25.0	47.5	29.2	....	....
26.0	49.0	30.4	....	....
27.0	50.3	31.5	....	....
28.0	51.5	32.6	....	....
29.0	52.5	33.6	....	....
30.0	53.3	34.6	....	....
31.0	54.0	35.5	....	....
32.0	54.7	36.4	....	....
33.0	55.3	37.4	....	....
34.0	55.9	38.3	....	....
35.0	56.4	39.3	....	....
36.0	56.9	40.3	....	....
37.0	57.4	41.2	....	....
38.0	57.9	42.1	....	....
39.0	58.5	43.1	....	....
40.0	59.0	44.1	....	....
41.0	59.5	45.0	....	....
42.0	59.9	46.0	....	....
43.0	60.3	46.9	....	....
44.0	60.6	47.8	....	....
45.0	60.9	48.7	....	....

% Vlage zrna A	Kukuruz sa polja % vlage		Kukuruz sa polja % vlage	
	oklaska B	klipa C	oklaska D	klipa E
46.0	61.2	49.5	....	....
47.0	61.5	50.4	....	....
48.0	61.7	51.2	....	....
49.0	62.0	52.1	....	....
50.0	62.2	52.9	....	....
51.0	62.5	53.8	....	....
52.0	62.7	54.6	....	....
53.0	63.0	55.5	....	....
54.0	63.2	56.3	....	....
55.0	63.5	57.2	....	....
56.0	63.7	58.0	....	....
57.0	64.0	58.9	....	....
58.0	64.2	59.7	....	....
59.0	64.5	60.6	....	....
60.0	64.7	61.4	....	....
61.0	65.0	62.3	....	....
62.0	65.2	63.1	....	....
63.0	65.5	63.9	....	....
64.0	65.7	64.7	....	....
65.0	66.0	65.4	....	....
66.0	66.2	66.1	....	....
67.0	66.5	66.8	....	....
68.0	66.7	67.6	....	....
69.0	67.0	68.3	....	....
70.0	67.4	69.1	....	....
71.0	67.9	69.8	....	....
72.0	68.5	70.6	....	....
73.0	69.2	71.4	....	....
74.0	70.0	72.1	....	....
75.0	70.7	72.9	....	....
76.0	71.4	73.6	....	....
77.0	72.2	74.4	....	....
78.0	73.0	75.1	....	....
79.0	73.8	75.9	....	....
80.0	74.7	76.7	....	....
81.0	75.7	77.5	....	....
82.0	76.6	78.2	....	....
83.0	77.5	79.0	....	....
84.0	78.5	79.9	....	....
85.0	79.7	80.9	....	....
86.0	81.1	82.1	....	....
87.0	82.6	83.5	....	....
88.0	84.3	85.1	....	....
89.0	86.1	86.8	....	....
89.7	87.5	88.0	....	....

Na slici 2 prikazan je grafikon, koji nam prikazuje, kolika je razlika u sadržini vlage između oklasaka i zrna, i to u oba slučaja, ili kada mjerimo kukuruz u polju kod berbe ili već spremljen u koševima.

Grafikon (sl. 3) služi za određivanje vlage u klipu iz vlage u zrnu, i to kada su klipovi uzimani sa polja i iz spremišta. Citanje grafikona je isto kao i kod grafikona (sl. 1).

Kod grafikona sl. 3 jasno se očituje odnos vlage klipa, prema vlazi zrna. Ovi su odnosi u osnovnom principu slični odnosima vlage zrna — oklasak (sl. 1). Međutim potrebno je istaknuti, da su razlike između vlage klipa i vlage zrna znatno manje, nego što je to slučaj kod odnosa vlage zrna — oklasak. Ova je razlika u odnosima vlage razumljiva, jer zrno sačinjava najveći dio klipa, i to gotovo 80%. Tako na pr. kada imamo vlagu zrna 28%, sadržina vlage u klipu u tom slučaju iznosi 32,6% ili 4,6% više, dok oklasak ima vlagu od 51,5% — odnosno 23,5 veću sadržinu vlage od zrna.

Kod kukuruza koji je spremljen u koševu, a podatke o sadržini vlage nalazimo u tab. 1 pod kolonama D i E, kao i na grafikonima, ovi podaci vrijede samo u onome slučaju, ako je klip spremljen u koševu najmanje 14 dana. Ako pobliže razmotrimo tab. 1 i grafikon sl. 1 vidimo da na pr. kod vlage zrna od 4,6% oklasak sadrži svega 3,7% prema tome oklasak ima za 0,9% manju sadržinu vode nego zrno. Ako se povećava vlaga zrna, povećava se i vlaga oklasaka, a kod vlage zrna od 16%, približno se izjednačuje sa vlagom oklasaka, kada on sadrži 16,6%. U tom slučaju maksimalna razlika vlage, između zrna i oklasaka, može iznositi do 1,8%. Čim vlaga zrna prelazi 16%, vlaga u oklasku naglo se povećava, tako na pr. kada zrno sadrži 22% vlage, oklasak sadrži 33,7% ili 11,7% više vlage. U pokusima se pokazalo, da klipovi koji su bili spremljeni u koševima više od 15 mjeseci do 2 godine — vlaga zrna je varirala prema promjenama relativne vlage zraka, a ta se varijabilnost kretala od 10—15% sadržine vlage u zrnu. Vrlo rijetko procenat vlage u zrnu prelazi iznad 15 procenata.

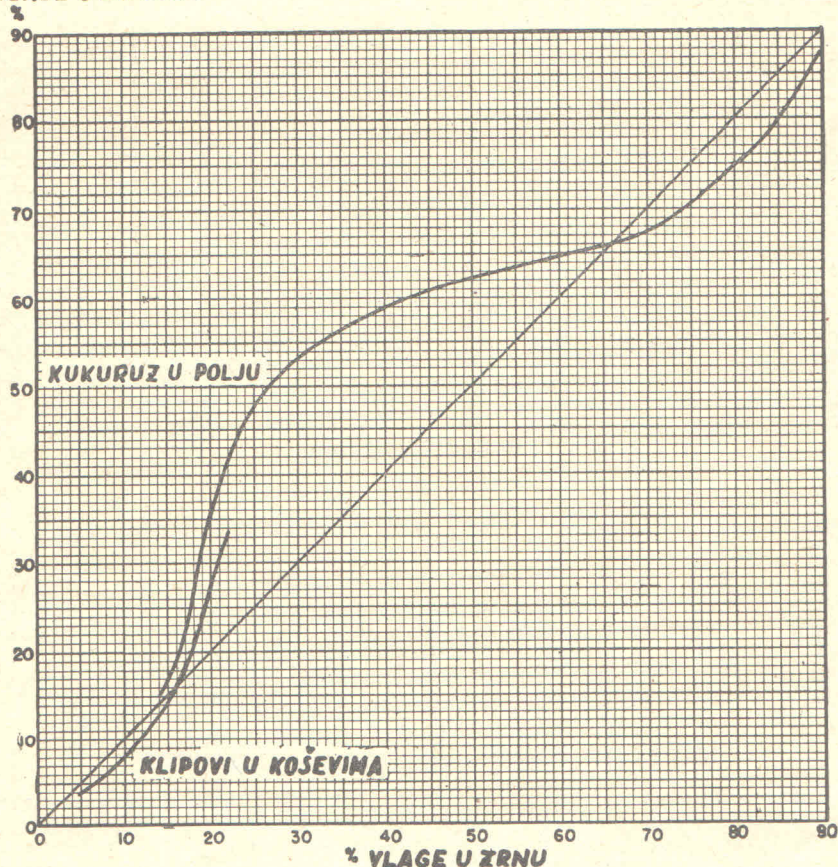
Ako sada usporedimo krivulje i podatke kukuruza mjenog u polju kod berbe i u spremištu, možemo lako zapaziti, da je kod bilo koje vlage zrna kukuruza u polju — vlaga oklasaka veća, nego što je to kod odnosa vlage zrna-oklasak — kod kukuruza u spremištima (koševima). Tako na pr. ako vlaga zrna u polju iznosi 14%, oklasak ima tada 15%, međutim kod iste vlage zrna, oklasak u koševima ima svega 12,9% ili ta razlika iznosi 2,1%.

Praktična vrijednost prikazanih podataka u tab. 1 i grafikonima 1, 2 i 3, najbolje će nam objasniti slijedeći primjer. Vrlo često se događa da je kukuruz neophodno potrebno sušiti s obzirom na preveliki procenat vlage u klipu, radi sigurnosti uskladištavanja, bilo kao sjemenske ili kao merkantilne robe. Ako je na pr. sadržina vlage zrna 35% u tome slučaju vlaga klipa, kako nam to pokazuju podaci u tab. 1 — klip sadrži 39,3% — postavlja se pitanje, da li će se kukuruz ostaviti u polju, da se vlaga zrna smanji na 20%. U tom slučaju vlaga klipa iznosi 22,6%, a razlika bi iznosila 16,7%, koji bi se procenat vlage u klipu morao smanjiti kod umjetnog sušenja. Ako želimo vlagu klipa reducirati na 13% s pretpostavkom, da je vlaga zrna bila 35%, morali bi od 100 kg klipa sa 35% vlage zrna odstraniti 30,2 kg vode, da postignemo vlagu klipa od 13%, međutim, ako je vlaga klipa 22,6% — moramo odstraniti svega 8,6 kg vode iz 100 kg klipa, dakle razlika iznosi 21,6 kg vode. Ovi podaci nam prilično jasno govore, od kolike je važnosti poznavanje ovih činjenica s obzirom na rentabilitet kod umjetnog dosušivanja kukuruza. Ovi podaci mogu nam poslužiti za praksu kod niz drugih veoma važnih rješenja. Poznato je, da se kukuruz sa prevelikom vlagom ne da dobro kruniti i da dolazi do oštećenja zrna, a posljedica je teže čuvanje u skladištima tako oštećenog kukuruza. Isto je tako važno poznavanje omjera vlage zrna-oklasak kod pripremanja krmnih smjesa, jer miješajući zrno i oklasak s ostalim krmivima, potrebno je znati vlagu oklasaka, radi pravilne ocjene: kako se dugo može održati tako pripremljena smjesa, a da ne dođe do kvarenja uslijed prevelike vlažnosti oklasaka. Kod kukuruza za silažu, koji nije potpuno dozorio možemo se također uspješno koristiti ovim podacima u tabeli 1.

KADA I KAKO UPOTRIJEBITI PODATKE U TABELI 1

Podaci prikazani u tab. 1 i grafikonima moraju se upotrijebiti sa dosta pažnje. Vremenske prilike u toku vegetacije mogu u znatnoj mjeri utjecati na odnos vlage zrno-oklasak. U ispitivanjima navedenih autora ta kolebanja u pojedinim godinama mogu ići od 0,1% pa čak do 4%. Premda se ovi podaci mogu primijeniti za veliki broj hibrida i sorata, ipak postoji niz

VLAGE U OKLASKU



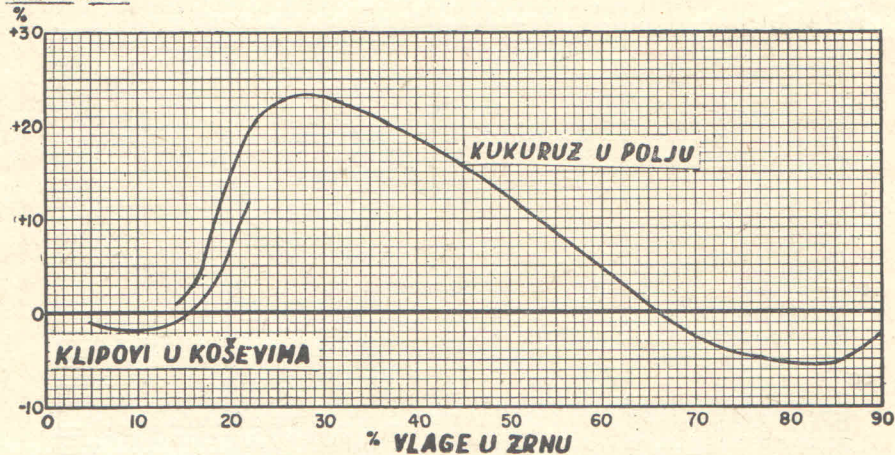
Sl. 1.

Grafikon prikazuje određivanje vlage oklaska iz vlage zrna, kada su klipovi uzeti neposredno iz polja sa stabljike kod berbe, ili iz koševa. (Vlaga je izražena kao procenat ukupne težine, što znači težina vode plus težina suhe tvari)

faktora, koji dovode do mogućnosti odstupanja od ovih vrijednosti, koje su date u tab. 1. Tako na pr. ako je kukuruz stradao od mraza ili bolesti, prije no što je zrno u potpunosti dozrelo, to se u tome slučaju može dogoditi da je uslijed toga, vlaga oklaska nešto niža od podataka, koje pokazuje tab. 1. za kukuruz u polju. Ovo se temelji na pretpostavci — da se oklasak ukoliko je zrno slabije razvijeno ili šturo — suši mnogo brže, nego ako je pokriven normalno razvijenim zrnima. Isto tako može utjecati i dubina smještaja zrna, kao i diameter oklaska, ukoliko je on ispod ili iznad pro-

sjeka srednje kasnih i kasnih hibrida. Zatim kod umjetnog sušenja — ako se ono provodi brzo — pokazalo se, da za kratko vrijeme oklasak sadrži više vlage, nego zrno ako se polagano suši. Međutim ako kukuruz gubi ili povećava vlagu bilo u polju ili u koševima — ali samo za kratko vrijeme — onda se podaci u tab. 1. mogu sa sigurnošću primijeniti. Međutim u takvim slučajevima potrebno je čekati, da se postigne (naročito u spremištu) izjednačenje, kako bi se sa što većom točnošću vlage zrno — oklasak mogli

RAZLIKA



Sl. 2.

Grafikon prikazuje koja je razlika između vlage oklasaka prema vlazi zrna.

primijeniti. Nakon sušenja, bez obzira da li je obavljeno sa toplim ili hladnim zrakom, kukuruz mora odležati u spremištu najmanje 14 dana, a zatim se može vršiti analiza vlage, i primijeniti podaci tab. 1. Ako se radi o visokim spremištu, onda je potrebno uzimati vlagu iz raznih, podjednakih slojeva i odrediti vlagu klipa ili oklasaka kod svakog sloja, a zatim načiniti prosjek i tako smo dobili vlagu, koju sadrži kukuruz u tom spremištu.

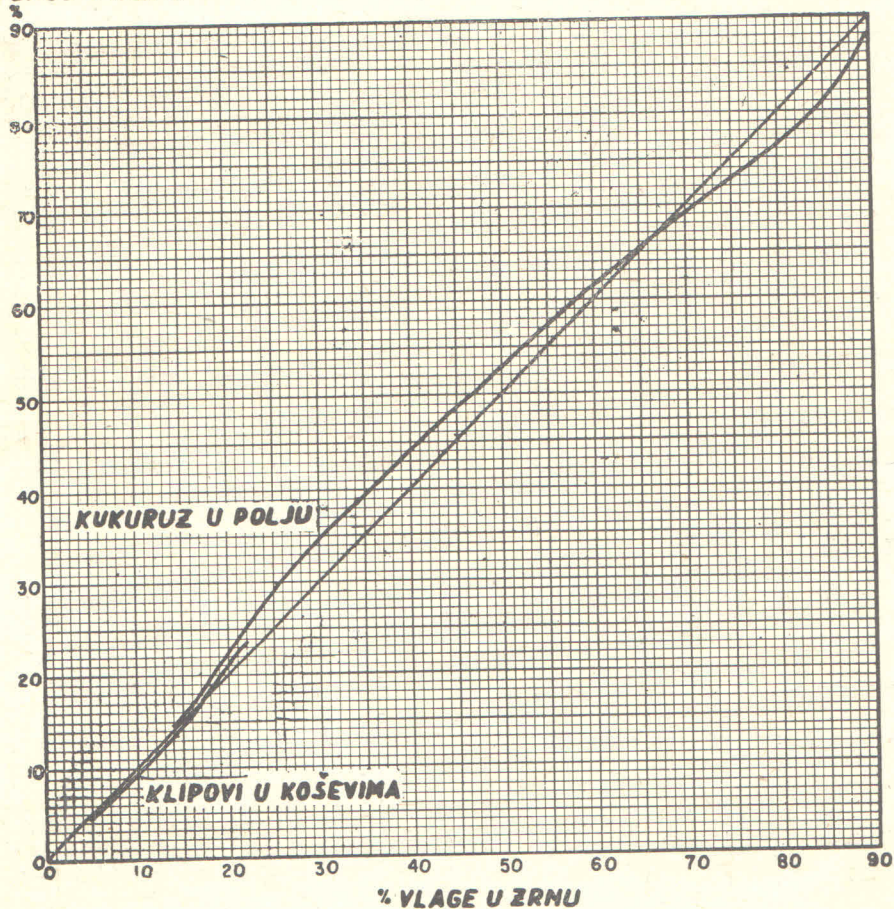
KRETANJE VLAGE U POJEDINIM DIJELOVIMA

Ako se detaljno razmotre odnosi vlage zrno-oklasak, onda je vrlo teško dati potpuno objašnjenje. Izgleda, da se ovo može objasniti na temelju relativnog afiniteta za vlagu oklasaka i zrna, međutim afinitet mijenja se granicama vlage u zrnu, odnosno u oklasku. Krivulja za kukuruz pokazuje, da oklasak sadrži u spremištu manje vlage od zrna, kada je vlaga niža od 16%. Kod vlage ispod 16% zrno ima veći afinitet za vlagu nego oklasak, dok u rasponu vlage od 16—22% oklasak ima veći afinitet za vlagu nego zrno.

Razvitak i porast oklasaka i zrna — izgleda da imaju važnu ulogu u određivanju odnosa vlage zrno-oklasak. Kada se klip nalazi u stadiju sviranja, oklasak sadrži oko 90% vlage. Zrno u svome najranijem stadiju razvoja ima otprilike isti procenat vlage, t. j. 90%. Taj se procenat znatno smanjuje razvitkom oklasaka i zrna. Brži porast suhe tvari kod oklasaka odgovara i nižem procentu vlage u odnosu na zrno. Porast suhe tvari kod zrna u početku je polaganija, i to sve dotle, dok zrno ne postigne oko 83% vlage i onda dolazi do brzog porasta suhe tvari, a time i smanjenja procenta vlage u zrnu. Kada zrno postigne vlagu od 70—75% porast suhe tvari u oklasku gotovo prestaje, ali se gubitak na vlazi i dalje znatno ubrzava. Povećanje suhe tvari kod zrna raste sve dotle, dok zrno ne postigne 45%

vlage, a nakon toga je prirast suhe tvari sporiji. Kada zrno postigne vlagu od ispod 66% ono tada sadrži niži procenat vlage od oklaska i njegov se afinitet prema vlazi smanjuje i to uslijed brzog porasta suhe tvari. Oklasak gubi vlagu sporije, nego što je to slučaj kod zrna, zato što je on potpuno pokriven zrnom — izuzev na vrhovima. Dok je klip na stabljici, zrno gubi vlagu brže od oklaska, jer je direktno izložen zraku, što nije slučaj sa oklaskom.

VLAGE U KLIPU



Sl. 3.

Grafikon služi za određivanje vlage klipa, ako je poznata vlaga zrna, i to za klipove uzete sa stabljike u polju za vrijeme berbe, kao i za klipove spremljene u koševima.

Sada se postavlja pitanje da li može oklasak izgubiti vlagu putem zrna. Direktnih zapažanja o tome nema, ali se pretpostavlja, da oklasak ipak djelomično gubi vlagu kroz zrno, i to naročito u koševima. Na stabljici oklasak može izgubiti vlagu direktno u zrak kroz vrh oklaska. Izgleda međutim, da kod zriobe može vrlo malo vlage proći direktno iz oklaska u zrak, jer su zrna dosta stisnuta, a prema ovim ispitivanjima pretpostavlja se, da ne postoji mogućnost da zrno upija vodu iz oklaska.

KAKO SE ODREĐUJE VLAGA

Određivanje vlage mora biti takvo, da nam daje rezultate prosjeka čitave parcele. Najmanji broj klipova za određivanje jest 25, a koji moraju biti tako izabrani i uzeti iz svih dijelova parcele, da predstavljaju klipove svih veličina, i to u onom razmjeru, kako su po prilici zastupljeni na parceli. Najbolje je uzimati klipove bez gledanja, već po zakonu slučajnosti. Ukoliko se ne mogu oruniti svi klipovi, onda se mogu uzeti po dva reda iz klipa. Krunjenje treba obavljati pažljivo, kako ne bi došlo do otkidanja dijelova oklaska, jer u tom slučaju vlaga može biti znatno veća, nego što u stvari jest. Isto tako treba paziti, da se ne ošteti zrno pri vrhu, da na taj način ne dobijemo premalu vlagu. Takav pažljivo skinuti uzorak zrna promiješa se i određuje vlaga specijalnim aparatima za to, ili u sušioniku kod 105° C.

U svrhu lakšeg i bržeg proučavanja količine vlage, koju treba odstraniti putem sušenja ili dosušivanja, ili kod uskladištenja te ostalih obračunavanja iznijet ćemo nekoliko formula, koje se obično kod ovakvih operacija primjenjuju.

Pretpostavimo, da zrno sadrži 30% vlage u klipu — pročitamo da u tome slučaju sadržina vlage u klipu na polju iznosi 34,6%, i želimo vlagu sniziti u zrnu na 13%.

Za takve slučajeve vrijedi opća formula

$$X = \frac{100 (P_k - P_{k_1})}{100 - P_{k_1}} \text{ ili ako uvrstimo naše podatke dobivamo}$$

$$\frac{100 (34,6 - 13)}{100 - 13} = \frac{100 \times 21,6}{87} = 24,8\% \text{ treba odstraniti vlage, da bi naše zrno sadržavalo 13\% vlage, ili iz 100 kg klipa treba odstraniti 24,8 kg vlage.}$$

(P_k = početna vlaga klipa, P_{k_1} vlaga koju želimo postići) ili ako želimo izračunati težinu zrna = Z , težinu oklaska = O , težinu klipa = K , u tome slučaju moramo znati koja je vlaga zrna = p_z , oklaska = po i klipa = pk za ovaj

$$Z = K \times \frac{100 - p_{z_1}}{100 - p_z}$$

Drugi primjer: zaprimili smo izvjesnu količinu kukuruza za koju nemamo drugih podataka o težini, već samo procenat vlage kod primanja i težinu i procenat vlage kod izdavanja. U tome slučaju vrijedi formula:

$$\text{slučaj } z = \frac{100 (po - pk)}{po - pz}$$

K = količina izdanog kukuruza

p_{z_1} = procenat vlage kod izdane robe

p_z = procenat vlage kod primanja robe.

Ovu formulu isto možemo upotrijebiti za primjer: ako smo primili određenu količinu robe na sušenje sa poznatom vlagom i želimo je osušiti na jedan određeni procenat vlage. Pitanje je koliko ćemo dobiti kukuruza nakon sušenja.