

PB-700 117

100 - 54098

MANUEL DE LABORATOIRE POUR ANALYSES DE LA QUALITE DU SORGHO
 POUR
 USAGE DANS L'AFRIQUE DE L'OUEST

Jeannette McLaughlin Shull
 Moussa Oumarou
 Allen W. Kirleis
 John W. Clark

International Programs in Agriculture
 Agricultural Administration Building
 Purdue University
 West Lafayette, Indiana 47907



Institut National de Recherches Agronomiques du Niger
 (I.N.R.A.N.)
 B.P. 429
 Niamey, Niger



INTSORMIL
 241 Keim Hall
 East Campus
 University of Nebraska
 Lincoln, Nebraska 68583-0723



Financé par le contrat USAID n° 683-0225 du Projet d'Appui à la
 Recherche Agricole (Purdue University, Alabama A&M University, et
 l'Institut National de Recherches Agronomiques) et le contrat n°
 AID/DSAN/XII-G-0149 du Projet INTSORMIL.

Il existe également une édition anglaise de cette publication.
 (An English edition of this publication exists.)

JEANNETTE MCLAUGHLIN SHULL
U.S. Peace Corps/Purdue University/INTSORMIL

MOUSSA OUMAROU
Institut National de Recherches Agronomiques du Niger (INRAN)

ALLEN W. KIRLEIS
Purdue University/INTSORMIL

JOHN W. CLARK
Projet d'Appui à la Recherche Agricole du Niger (PARA)

© 1987, Purdue Research Foundation, West Lafayette, Indiana 47907.
Tous droits d'adaptation, de traduction et de reproduction par tous
procédés, y compris la photographie et le microfilm réservé pour tous
pays.

Imprimé aux Etats-Unis

01

REMERCIEMENTS

Nous voudrions remercier de leur soutien inestimable les agences qui ont contribué à la préparation de ce manuel sur la qualité de l'alimentation: l'Institut National de Recherches Agronomiques du Niger (INRAN); le Corps de la Paix des Etats-Unis; le Projet d'Appui à la Recherche Agricole (PARA); le Projet Collaboratif sur le Sorgho et le Millet (INTSORMIL); et l'Agence Américaine Pour le Développement International (USAID). Nous voulons remercier en particulier le personnel des Laboratoires de technologie céréalière au Niger (M. Daouda Moussa et M. Moussa Taweye du Laboratoire Qualité Céréalière, INRAN) et au Mali (Mme Haidara Mariam, Mme Coulibaly Salimata, et M. John Scheuring de la Cellule de Technologie Alimentaire, SCRVO). Ils ont fait des tests sur le terrain, mis au point des procédures de laboratoire et apporté leur contributions au manuel en matière de méthodologie. Nous sommes aussi reconnaissants au Corps de la Paix des Etats-Unis pour la mise à la disposition du Laboratoire Qualité Céréalière de l'INRAN d'une coopérante bien encadrée en science alimentaire (Mme Jeannette McLaughlin Shull). C'était pendant les deux années qu'elle a travaillé à l'INRAN que le premier brouillon du manuel a été écrit. Nous nous sentons très reconnaissants à l'INRAN pour son encouragement continu et à l'USAID et l'INTSORMIL pour leur soutien financier. Nous reconnaissons aussi les conseils techniques des docteurs Suzanne Nielsen et Larry Butler de Purdue University en ce qui concerne la préparation de la méthodologie sur les protéines et les tannins. Finalement, nous remercions le personnel des départements des Programmes Internationaux en Agriculture (Mme Janice Coleman et Mme Susan MacKay) et de Science Alimentaire (Mme Julie Watterson et Mme Annette Buehler) de Purdue University pour leur collaboration à la traduction en français, la correction des épreuves, et la dactylographie du manuel.

TABLE DE MATIERES

	<u>Page</u>
I. AVANT PROPOS.....	1
II. LES PREPARATIONS TRADITIONNELLES D'ALIMENTS DANS L'AFRIQUE DE L'OUEST SAHELIENNE.....	3
III. LES METHODES DU LABORATOIRE.....	12
A. <u>Analyse Physique</u>	12
1) Estimation des pertes de denrées stockées.....	13
2) Préparation d'un échantillon représentatif de travail.....	16
a) Instructions pour l'utilisation du diviseur cu reducteur d'échantillons.....	16
b) Division d'échantillon en quart.....	17
3) Détermination du poids spécifique du grain avec le chondromètre.....	18
4) Analyse de la caractéristique physique du grain sorgho.....	19
5) Analyse de la caractéristique physique de la panicule de sorgho.....	24
6) Test rapide pour déterminer la vitrosité de grain de sorgho par la méthode de flottaison...	27
B. <u>Analyse Chimique</u>	31
1) Dosage de l'azote.....	32
a) Instructions pour l'utilisation de l'appareil de distillation (Pregl) pour l'analyse de l'azote (méthode de Kjeldahl)..	38
b) Procédure pour le calcul de la normalité de l'acide de titration.....	41
c) Préparation d'une solution standard pour tester le rendement du dosage de l'azote par minéralisation.....	42
d) Préparation de la solution standard pour tester le rendement de la distillation.....	43
e) Instructions pour l'entretien de la rampe de digestion.....	45
2) Détermination d'humidité.....	46
a) Méthode d'une heure.....	46
b) Méthode d'une nuit.....	47
3) Détermination de cendre.....	49
4) Détermination de la teneur en huile (matière grasse).....	51
5) Détermination du testa par le test à l'eau de Javel.....	53
6) Analyse du tannin - méthode rapide.....	55
7) Analyse du tannin (méthode vanilline - HCl)....	58

C

	<u>Page</u>
8) Détermination de phosphore total.....	63
9) Digestibilité avec pepsine.....	67
C. <u>Analyse de Qualité Alimentaire</u>	72
1) Procédés de décorticage en Afrique de l'ouest..	73
2) Procédés de teinture May-Greunwald.....	76
3) Mini-test pour le préparation du tô acide et à pH basique.....	79
4) Détermination de la couleur et qualité de conservation du tô.....	82
5) Test de l'étalement du gel.....	84
6) Mini-test pour le préparation du couscous.....	86
7) Variation de sites et de saison.....	87
ANNEXES.....	88
A. Le Réglage des Valeurs Analytiques à l'Humidité de Base Désiré.....	89
B. Gestion des Réactifs Dangereux.....	90
C. Les Accidents au Laboratoire.....	92
D. Premiers Secours.....	93
E. Système Métrique.....	94
F. Vocabulaire du Laboratoire.....	95
G. Table de Conversion des Valeurs de Transmission (%) en Densité Optique (O.D.).....	98
H. Fiches d'Analyse.....	100

d

I. AVANT PROPOS

Le sorgho est l'alimentation de base pour des millions de personnes dans les régions tropicales semi-arides (SAT) de l'Afrique et de l'Asie où le climat à saison sèche interdit la culture du maïs et du blé. Les programmes d'amélioration du sorgho dans le SAT doivent, donc s'intéresser au rendement en grain et au grain pour la consommation humaine. Les phytosélectionneurs se sont toujours concentrés sur le problème de l'augmentation du rendement, et, plus récemment, sur celui de la stabilité du rendement. Toutefois, par le passé, les sélectionneurs ont attaché trop peu d'importance à la qualité du grain. Ceci résulte, en partie, du fait qu'il est relativement facile d'évaluer objectivement la performance en matière de production tandis que les caractéristiques liées à la qualité exigent une évaluation subjective et ne sont pas facilement quantifiées.

Avant la distribution aux exploitants d'une nouvelle variété de sorgho, il est important d'être certain qu'elle ait non seulement un haut rendement mais aussi une qualité alimentaire acceptable. Donc il faudra peut-être sacrifier une partie du rendement au profit de qualité du grain. Tout le monde reconnaît des situations où l'on cultive la variété améliorée à haut rendement pour le marché mais conserve la variété traditionnelle à rendement plus bas pour la consommation. Il y a un échange--seuls ceux qui à la fois produisent et consomment le sorgho peuvent en faire la balance.

Auparavant, les sélectionneurs du sorgho ont évalué la qualité du grain en considérant la couleur de la plante et du grain, l'absence d'un tégument, et la proportion d'endosperme cornéen. Bien que la sélection sur ces critères élimine une grande partie de la production inacceptable, il faut utiliser des tests de laboratoire plus exacts pour évaluer la qualité alimentaire. Par exemple, on a divisé les aliments faits du sorgho en neuf catégories principales.

Avec ce système de classification on a pu faire des progrès dans l'identification des facteurs critiques de la qualité du grain qui sont associés à la réception favorable des aliments. Ceci a permis le développement d'un grand nombre de tests de laboratoire simples pour trier les échantillons des sélectionneurs afin de déterminer leur qualité alimentaire. Donc le but de ce Manuel de Laboratoire pour la Qualité de Sorgho est de fournir une publication compréhensive des méthodes les plus utiles pour l'évaluation des caractéristiques héréditaires du sorgho qui contribuent aux qualités alimentaires et de broyage. Dans ce manuel on trouve des méthodes physiques aussi bien que chimiques pour évaluer la qualité du grain de même que des tests micro et de grande envergure pour le triage des caractéristiques de broyage et de préparation alimentaire du sorgho. Bien que la section du manuel sur la qualité alimentaire ait été développée spécifiquement pour l'Afrique occidentale, d'autres sections seront utiles à n'importe quel laboratoire qui fait de la recherche sur les qualités du sorgho. Puisque des laboratoires de recherche sur la qualité du sorgho au Niger et Mali ont employé les méthodes décrites dans ce

manuel, il se montrera utile pour l'établissement d'un programme d'évaluation de qualité au sein des programmes des pays en voie de développement pour l'amélioration du sorgho.

Aucune mention dans ce manuel de produits de marque déposée ou de noms de sociétés commerciales ne constitue le soutien par Purdue University de ces produits ou sociétés à l'exclusion d'autres de nature similaire qui n'y sont pas mentionnés.

Allen W. Kirleis
Professeur en Sciences Alimentaires
Purdue University
West Lafayette, Indiana 47907

II. LES PREPARATIONS TRADITIONNELLES DES ALIMENTS EN AFRIQUE DE L' OUEST SAHELIENNE

Pour développer un programme d'évaluation de la qualité du grain de sorgho dans une région on doit d'abord déterminer quels produits sont préparés avec le sorgho dans la région et les caractéristiques de ces aliments. Après cette première étape l'évaluation du grain par rapport à la qualité de l'aliment peut être faite. En général les produits à base de sorgho ont été divisés en huit catégories:

1. pain plat
2. pain plan fermenté
3. bouillie épaisse
4. bouillie liquide
5. produits cuits à la vapeur
6. sorgho bouilli
7. casse-croûte
8. boissons alcoolisées et non alcoolisées

On a trouvé des similitudes dans les préparations traditionnelles d'aliments dans les zones écologiques et les produits alimentaires sont souvent ceux qui ont des propriétés organoleptiques favorables quand ils sont préparés avec des espèces de grains qui sont cultivées et conservées dans des conditions locales. Bien que certaines préparations d'aliments doivent être préparées à partir d'un type particulier de grain pour pouvoir produire un produit alimentaire acceptable, il y a certains aliments qui peuvent être produits à partir de pratiquement tous types de grains. Ce rapport n'est pas une tentative de définir les types de grains qui produisent des caractéristiques d'aliments favorables, mais une description brève des aliments préparés à partir du sorgho dans les régions du Mali et du Niger en Afrique de l'Ouest.

PREPARATION DE LA FARINE

Dans toutes les préparations d'aliments suivantes, à l'exception du koko, on utilise la farine tamisée de sorgho décortiqué. Cette farine peut être préparée manuellement ou mécaniquement.

Préparation Manuelle

Dans ce cas le grain entier est obtenu et nettoyé pour enlever toutes les saletés (bouts de bois, pierres, etc.). Il est transféré dans un mortier en bois (à peu près 3/4 mètre) et on y ajoute de l'eau (à peu près 300-600 ml pour deux kg de grains). Le grain est ensuite pilé avec un pilon jusqu'à ce qu'il soit entièrement décortiqué. Le procédé prend à peu près 15 minutes. Pour séparer le grain du son, le grain est mis dans un grand bol et versé petit à petit dans un deuxième bol permettant ainsi au vent d'enlever le son. Ce procédé est appelé vannage. Le grain vanné est placé dans un bol et est recouvert d'eau pour le rinçage. Cette eau est vidée et le procédé est répété 3 à 4 fois. Après le dernier rinçage on laisse le grain reposer dans un peu d'eau pendant à peu près 15 à 30 minutes. On remet le grain dans le mortier et on le pile jusqu'à ce qu'une farine

humide soit obtenue. La farine est tamisée avec un tamis de 1 mm et le produit grossier non-tamisé ou la "farine peu raffinée" est remise dans le mortier pour être repilée.

Préparation Mécanique

Cette méthode est de plus en plus populaire à cause du peu de travail qu'elle demande. Le grain entier est mouillé et placé dans une décortiqueuse "type Englebert" équipée d'un tamis pour séparer le grain du son. Les portions de grain et de son sont ramassées par le préparateur et ramisées à la main pour séparer les petites particules des grains de la portion du son et le son de la portion des grains. La portion de grains est rincée à l'eau 3 à 4 fois et on la laisse reposer dans une petite quantité d'eau pendant 15 à 30 minutes. Le grain trempé est ensuite passé dans un moulin à farine. La machine est constituée de deux plaques métalliques (une stable et une tournante) se frottant pour pouvoir casser le grain. La farine est tamisée avec un tamis de 1 mm. Les grosses particules sont une fois de plus remises dans la machine.

NIGER

GALETTE - MASA - WAYNA

Cette nourriture est du pain fermenté sans levain qui ressemble à une galette épaisse. Elle est à base de riz, mil, maïs, blé, farine de sorgho ou un mélange. Le maïs est le moins utilisé des quatre grains. Pour préparer le pain, le grain entier est décortiqué et partagé en deux parties égales. La première portion est partiellement pilée jusqu'à ce que les grains soient cassés en petits morceaux. La seconde portion est pilée en farine. Le grain cassé est cuit dans de l'eau bouillante jusqu'à l'absorption de toute l'eau et est ensuite vigoureusement mélangé avec une grande cuiller en bois pour obtenir une pâte. On laisse la pâte refroidir. Après on ajoute la farine avec un peu de sel et de poivre. On laisse la pâte dure fermenter pendant la nuit dans un pot couvert. Juste avant la cuisson la pâte est diluée jusqu'à ce qu'elle ait la consistance d'une pâte à gâteau et on y ajoute des oignons émincés, du natron, et des feuilles de Ceratotherca sesamoides (yodo). On ajoute une petite quantité de farine de blé pour augmenter l'élasticité. Cette pâte est cuite sur une plaque en fer avec des creux (à peu près 10 cm). On met une grande quantité d'huile dans chaque creux et on laisse réchauffer avant d'y mettre la pâte. La pâte est versée dans chaque creux et on laisse cuire sur un côté pendant que l'huile chaude est versée sur le côté non-cuit par le préparateur. Quand le premier côté est cuit le masa est retourné et il continue à cuire jusqu'à ce que l'autre côté soit marron.

GALETTE - SALA

Le sala ressemble au masa mais est plus gras. Il est aussi à base de farine de riz, mil, maïs ou sorgho. Il est préparé sous forme de pâte qu'on laisse fermenter pendant la nuit. Les ingrédients sont les mêmes que pour le masa mais la consistance de la pâte et la procédure de cuisson sont différentes. Après la fermentation la pâte de sorgho est

diluée jusqu'à ce qu'elle ait plus la consistance d'une pâte à pain que d'une pâte à masa. On fait des petites boules ou des formes ovales avec la pâte et on les fait frire en friteuse dans un grand "wok" d'huile végétale. Elles sont cuites des 2 côtés pour permettre une cuisson uniforme et ensuite on les égoutte.

BOULE - FURA - DONU

Le fura est une boisson à base de farine, de lait et d'eau préparée à partir de la farine cuite de sorgho ou de mil. On met à peu près 400 g de farine sèche dans un mortier avec 60 ml d'eau. La farine est pilée jusqu'à ce qu'elle soit assez mouillée pour pouvoir en faire des boules de 2 à 4 cm de diamètre. Ces boules de farine sont mises dans de l'eau bouillante et cuites pendant à peu près 15 minutes. Après avoir enlevées de l'eau les boules chaudes, on les remet dans le mortier où elles sont repilées avec une petite quantité d'eau. Encore une fois on fait des boules avec la farine cuite et on les laisse refroidir. On peut les laisser reposer 2 ou plusieurs jours pendant lesquels elles sèchent et se fermentent. On pulvérise ces boules avec une variété de préparations comprenant des combinaisons des ingrédients suivants: lait, eau, lait fermenté, sucre, gingembre, poivre, ou des graines grillées des arbres Acacia albida (gao) et Pterocarpus erinaceus (madobihia).

BOUILLIE - KUNU - BITA

Le kunu est un gruau fluide à base de mil ou de sorgho qui peut être préparé de deux manières:

La préparation la plus rapide consiste à faire une bouillie (un gruau d'une consistance très légère) d'à peu près 500 g de farine et 300 ml d'eau dans un grand bol. La qualité de raffinage de la farine peut varier selon la consistance voulue pour le kunu. On verse 2 litres ou plus d'eau bouillante dans le mélange le tout étant remué. Le liquide devient comme de la gélatine immédiatement.

Dans une deuxième sorte de préparation on utilise de la farine fermentée conditionnée sous forme de boules à la place de la farine préparée. On pile les boules en poudre qu'on mélange avec de l'eau pour faire une bouillie comme dans la méthode de préparation rapide. On verse de l'eau bouillante dans la bouillie et on remue. Cette préparation donne un gruau liquide d'une saveur légèrement fermentée.

Chacun de ces produits peut être mangé chaud, froid ou après fermentation pendant la nuit. On peut aussi ajouter au produit final un mélange des ingrédients suivants: lait fermenté, sucre, gingembre, poivre, ou graines grillées et pilées des arbres Acacia albida (gao) et Pterocarpus erinaceus (modobihia).

BOUILLIE - KOKO

Le koko est une boisson fermentée qui ressemble à une sauce et qui est à base de mil ou de sorgho. Souvent on le boit chaud. Il n'est pas aussi populaire que le kunu dans la région du Niger, ce qui est peut-être dû au procédé plus long de préparation. Dans toutes les préparations précédentes le grain a été décortiqué pendant la préparation de la farine. Avec le koko ce n'est pas nécessaire. Le grain entier est trempé 3 ou 4 heures avant d'être moulu. Après l'obtention de la farine du grain entier, 2 parts égales de farine et d'eau sont mélangées dans un bol. On fait passer ce mélange à travers un tulle de nylon et on le recueille dans un pot. Ensuite on rince la farine et le son qui se trouvent sur le nylon par une portion d'eau. On enlève le nylon. Le liquide est couvert et on le laisse reposer toute la nuit. Après la nuit on trouve une couche de farine raffinée au fond du bol et on sent une odeur particulière de fermentation. On verse la couche d'eau et la remplace par la même quantité d'eau bouillante. Le mélange devient immédiatement comme du gel. Le goût de cette boisson est relevé avec du sucre, du gingembre, du poivre ou des graines grillées et pilées des arbres Acacia albida (gao) ou Pterocarpus erinaceus (modobihia).

COUSCOUS - BARABUSCO - GOUNI

Le couscous est un plat populaire mangé avec une sauce. C'est un plat de grains cuits à la vapeur qui est constitué de petites boules de grains ou de farine. Il y a 2 sortes de couscous au Niger. Chaque sorte est préparée d'une manière différente et chacune donne un produit alimentaire qui est un peu différent.

La première sorte de couscous est le plus souvent préparé à base de riz, mais on peut aussi utiliser du sorgho ou du mil. Le grain entier est décortiqué et ce grain est mécaniquement fractionné en petits morceaux. Ce procédé n'est pas fait manuellement parce qu'il est trop difficile d'obtenir une taille consistante du grain en le pilant dans un mortier. Cette sorte de couscous peut aussi être préparée à partir du produit grossier non-tamisé ou "farine peu raffinée" qui reste après la préparation de la farine. Ce grain cassé est versé dans un pot perforé dans le bas et placé au-dessus d'un autre pot d'eau bouillante. L'espace entre les 2 pots est rempli avec une pâte faite avec du son et de l'eau formant un joint qui force la vapeur à passer à travers le couscous pendant la cuisson. Le couscous est cuit à la vapeur pendant 30 minutes avant d'être mangé.

La seconde méthode de préparation donne un couscous qui est d'une texture plus molle. On peut utiliser du maïs, du mil, du sorgho, du blé ou un mélange de deux de ces produits pour préparer ce plat. La farine est retamisée pour séparer la farine qui est la plus raffinée. On met cette farine de côté et on ajoute de l'eau à la farine moins raffinée. Puis, à la main, on mélange de l'eau avec la farine peu raffinée pour bien la mouillir. La farine raffinée est ensuite ajoutée, mélangée encore à la main et mise dans le mortier. On pile la farine mouillée et on ajoute de l'eau. Quand la farine est assez mouillée pour pouvoir en faire de grosses boules on la met dans un

bol. On mélange la farine mouillée en bougeant la main d'une manière circulaire sur la surface du mélange afin de former de petites boules de farine (1 mm). Ces boules de farine sont placées dans un bol perforé dans le bas et cuites à la vapeur de la même manière que précédemment pendant 30 minutes. Puis, on enlève le couscous de la marmite, on le mouille, on le casse avec une cuiller et on le remet à cuire dans la marmite pour encore 30 minutes. On enlève encore le coucous. On y ajoute de l'huile et de l'eau salée pour séparer les boules de farine et aussi pour assaisonnement. On remet le couscous dans la marmite et on le laisse cuire à la vapeur pour encore 20 minutes.

PATE-TUWO - KURBA-KURBA

Il est de loin le repas de sorgho le plus populaire et le plus souvent préparé au Niger. Il est préparé à base de riz, mil, sorgho ou blé et mangé avec une sauce. Pour le préparer on fait bouillir 2 litres d'eau dans une grande marmite. On retamise la farine de sorgho décortiquée pour séparer la farine plus raffinée. On utilise 500 gm de cette farine mouillée et 300 ml d'eau pour préparer une bouillie (un gruau d'une consistance très légère). On verse rapidement la bouillie dans de l'eau bouillante et remue. Le mélange montrera immédiatement la consistance d'une sauce. On peut y ajouter un peu d'eau pour rendre la bouillie moins épaisse. On remue la bouillie, le couvre et le laisse mijoter pendant quelques minutes. On enlève environ 800 ml de ce mélange et le met de côté pendant qu'on met ce qui reste de la farine sur ce qui reste de la bouillie dans la marmite. On les remue légèrement mais on laisse la plupart de la farine sur la surface. On couvre le tout et on laisse mijoter pendant 15 minutes. Après les 15 minutes on mélange complètement la farine et la bouillie pour faire une pâte et la laisse encore mijoter. Avant de l'enlever du feu on y ajoute de la bouillie qu'on avait mis de côté jusqu'à ce qu'on obtienne une bonne consistance. La pâte est battue vigoureusement pour l'aérer. Elle est retirée la pâte du feu et on la laisse reposer avant de la servir.

MALI

GALETTE - GWOMI

Le gwomi est un pain fermenté et frit qui est à base de mil, sorgho, riz, maïs ou un mélange de deux de ces céréales. Il est préparé avec du sucre comme du pain sucré ou sans sucre pour être mangé simple ou avec une sauce. Pour commencer le procédé de préparation on verse 1 mesure de grains finement pilés dans 5 mesures d'eau bouillante et on cuit jusqu'à ce que ça soit tendre. On refroidit la bouillie (solution de grains pilés) et on y ajoute de la farine tamisée. Ce mélange est couvert et on le laisse fermenter pendant toute la nuit. Après la fermentation on ajuste la consistance de la pâte en y ajoutant de l'eau ou de la farine. On peut ajouter du sucre et du sel pour relever le goût et de la levure au cas où on voudrait un pain plus léger. La pâte, d'une consistance assez liquide, est cuite sur une plaque en fer avec des creux, semblable à celle qui est utilisée au Niger pour le masa. On met beaucoup d'huile dans chaque creux et

la laisse se rechauffer avant d'y ajouter la pâte. Puis on verse de la pâte dans chaque creux et la laisse cuire sur un côté pendant que l'huile chaude est versée lentement sur le côté non-cuit. Quand le premier côté est cuit le gwomi est retourné pour continuer de cuire jusqu'à ce qu'il devienne marron.

GALETTE - FURU-FURU

La préparation du furu-furu est identique à celle du gwomi sauf pour la consistance de la pâte et la cuisson. Le furu-furu est cuit dans une grande casserole d'huile plutôt que sur une plaque. Pour cette raison la consistance de la pâte doit être plus épaisse que celle du gwomi pour que des boules se forment dans l'huile et ne collent pas à la casserole. La différence dans les procédés de préparation donne un aliment plus épais et plus croustillant. On laisse le furu-furu devenir marron sur les deux côtés avant de le retirer et égoutter.

CREME - DEGUE

Il y a trois types de dégué. La préparation du grain varie selon les types, mais tout consiste en un mélange du grain et de la farine servi dans du lait frais ou fermenté.

Le premier type de préparation est semblable à la préparation du fura au Niger. Le grain décortiqué est lavé et pilé dans un mortier jusqu'à l'obtention d'un mélange d'environ 25% de grain fractionné et 75% de farine. On peut ajouter de l'eau pour mouiller légèrement la farine et ensuite on forme avec la main des boules de farine (2 à 4 cm). Ces boules de farine sont mises dans un peu d'eau bouillante et cuites pendant 15 minutes. Soit on casse les boules dans l'eau bouillante et les laisse refroidir, soit on les retire, les repile dans un mortier et refait les boules. La farine cuite est cassée dans un mélange de lait écrémé ou fermenté, du sucre et des épices locales (cafouné, bougôgno, sel, et muscade).

La deuxième préparation est faite avec des boules de taille moyenne, méthode identique à la préparation du couscous. Le grain décortiqué est moulu en une farine fine et tamisé. On y ajoute de l'eau et on forme à la main des granules d'environ 2 mm. Ce couscous est placé au fond d'une marmite perforée dans le bas et cuit à la vapeur au-dessus d'une autre marmite d'eau bouillante pendant 15 minutes. On enlève le couscous de la marmite, on le casse, et on l'asperge avec de l'eau. On le laisse refroidir pendant qu'on y ajoute un mélange d'épices locales moulues (cafouné, bongôgno et muscade). Le mélange du couscous est servi dans du lait écrémé ou fermenté et avec du sucre et un peu de sel.

Le troisième type est fait avec un mélange de farine tamisée, d'un peu de grain sec, décortiqué et grillé, du sel, du pain de singe obtenu à partir des graines d'Adansonia digitata (baobab) et des épices locales (cafouné, bongôgno, muscade). On fait sécher le mélange au soleil pendant 1 ou 2 jours. Pour le servir il faut l'asperger de lait écrémé ou fermenté et ajouter du sucre.

BOUILLIE-MONI

Le moni est une boisson acidifiée à base de mil, sorgho, ou maïs. Une farine raffinée est obtenue à partir des graines décortiquées et mouillée avec de l'eau. On forme à la main des boules de farine (3 mm) et les met à cuire dans de l'eau bouillante. Après 5 minutes, on ajoute du jus de citron, du jus de tamarin ou du vinaigre à la solution bouillante et on la laisse cuire jusqu'à ce que les boules de farine soient tendres et qu'on obtienne la consistance d'une sauce. Le moni refroidi peut être mangé simple ou avec du lait et du sucre.

BOUILLIE - SERI

Cette boisson cuite est aussi à base de mil, sorgho, riz ou maïs. On cuit environ une mesure de grains décortiqués, entiers, ou pilés dans cinq mesures d'eau. La taille des particules de grains variera selon la préférence de la préparatrice. On cuit le grain jusqu'à ce qu'il soit tendre (30 minutes) et puis le refroidi un peu. Elle peut être mangée chaude ou froide mais est habituellement consommée le même jour et peut être servie avec du lait et du sucre.

BOUILLIE-BITA-RUWI

Le bita et le ruwi sont des gruaux cuits à base de mil ou de sorgho avec des préparations identiques. Alors que le bita peut être préparé à partir d'un mélange de grains pilés et de farine, le ruwi est seulement préparé à partir d'une farine fine pour en faire un gruaux plus lisse.

Le grain est décortiqué et pilé manuellement pour obtenir un mélange de farine fine et des fragments de grain pour la préparation de bita ou de la farine fine dans le cas du ruwi. Une bouillie est préparée avec environ 500 g de grains préparés et 300 ml d'eau tiède. Ce mélange est versé dans 2 (ou plus) litres d'eau bouillante et on le remue. La solution devient comme de la gélatine. On la cuit un moment, jusqu'à ce que les fragments de grains soient tendres. Les gruaux peuvent être mangés simples ou avec un mélange de lait et sucre. Les gruaux sont les plats préférés par les jeunes enfants, les femmes enceintes, les personnes malades et les vieilles personnes au Mali. Ils sont consommés immédiatement après la préparation.

COUSCOUS - FOYO - BASI

Il y a 2 sortes de couscous au Mali, le foyo et le basi. Ces 2 préparations ressemblent beaucoup à celles du Niger avec quelques légères différences. Le foyo est préparé d'un grain pilé décortiqué. D'habitude le grain est moulu mécaniquement pour obtenir des particules d'une taille consistante (semoule fine). Ces fragments de semoules sont lavés et mis dans une marmite perforée dans le bas et placée au dessus d'une autre marmite d'eau bouillante. La jonction entre les 2 marmites est scellée par une étoffe mouillée pour forcer la vapeur à travers les perforations jusque dans les grains qui cuisent. On essuie l'étoffe mouillée avec de la poudre de gombo (Abelmoscus esculentus) pour en faire un sceau. S'il n'y a pas

d'étoffe, on utilise un mélange de boue et de poudre de gombo pour sceller les 2 marmites. On cuit le couscous à la vapeur pendant 3 à 4 périodes de 30 minutes chacune. Après chaque cuisson, on incorpore de l'eau à la semoule. Avant la dernière cuisson, on y met de la poudre de gombo sec ou du gombo frais. Puis on cuit à la vapeur une dernière fois. On peut aussi cuire les fragments de grains dans de l'eau bouillante avec de la farine d'arachide pour préparer un plat appelé laro.

Pour préparer le basi on transforme le grain entier ou décortiqué en farine qui est tamisée avec un tamis de 1 mm. On utilise seulement la farine tamisée pour la préparation. On mouille la farine avec de l'eau froide et on en fait à la main de petites boules. Ces petites boules de farine sont tamisées en utilisant un tamis de 1,5 mm. Les particules mouillées (1 mm) sont placés dans une marmite perforée couverte et on les fait cuire à la vapeur. Après 15 minutes de cuisson à la vapeur les boules de farine forment une large masse qui est sortie de la marmite, cassée en morceaux et recuite à la vapeur pour encore 15 minutes. Puis les boules de farine sont recassées en morceaux et passées au tamis de 2,5 mm. A ce moment on asperge le couscous cuit à la vapeur avec de l'eau froide et on le mélange très bien avec les doigts. Les particules sont mélangées à de la poudre de feuilles de baobab (*Adansonia digitata*). Cette poudre sert de lubrifiant qui empêche le séchage et améliore le goût et la vitrosité. La poudre de gomoo peut être utilisée à la place de la poudre de feuilles de baobab. Après mélange le tout est remis dans la marmite perforée et cuit à la vapeur pendant environ 15 minutes. On laisse le couscous refroidir doucement. Ensuite on le sert avec une sauce.

ALKALI PATE - TO

Ce plat malien qui peut être préparé à partir d'une variété de céréales est normalement mangé avec une sauce. Pour le préparer on fait bouillir quatre litres d'eau dans une marmite en métal sur un feu. La farine préparée est passée dans un tamis de 1 mm. On mélange environ 650 ml d'eau froide avec 10 g d'extrait de cendres de bois et environ 750 g (500 g poids sec) de farine de sorgho dans unealebasse ou un bol. On remue la bouillie jusqu'à ce qu'elle soit homogène et on la verse dans l'eau bouillante de la marmite. On remue la bouillie vigoureusement pendant 8 minutes jusqu'à ce qu'elle s'épaississe. A ce stade, on enlève une partie de la bouillie de la marmite et on la laisse se reposer dans unealebasse. On ajoute environ 1125 g (750 g poids sec) de farine de sorgho par poignées, à la bouillie qui est dans la marmite. Après chaque poignée de farine on fouette vigoureusement la pâte avec une cuillère plate en bois. Quand la pâte épaissit au point où l'on n'arrive pas à la fouetter facilement on ajoute une petite quantité de la bouillie qui se trouve dans laalebasse. On continue à ajouter de la farine et de la bouillie jusqu'à ce que la bouillie finisse et que la pâte soit homogène et très épaisse. Ceci prend environ 9 minutes. On retire les gros morceaux de bois du feu pour laisser seulement les braises. On recouvre la pâte épaissie et on la laisse cuire environ 12 minutes à

feu doux. On enlève la pâte du feu, enlève le couvercle de la marmite et met le tô dans des tasses où on le laisse refroidir pendant au moins une heure avant de le servir.

REFERENCES

Scheuring J. 1980. "From Tô to Timbuctu: Cereal Quality Work by ICRISAT in West Africa." Report submitted to the Joint Meeting of the UNDP-CIMMYT/ICRISAT Policy Advisory Committee. Patancheru, India. 14-18 October 1980.

Rooney L.W. and D.S. Mutry. 1981. "Evaluation of Sorghum Food Quality" in Sorghum in the Eighties: Proceedings of the International Symposium on Sorghum. Patancheru, India. 2-7 November 1981.

III. METHODES DE LABORATOIRE

A. ANALYSE PHYSIQUE

ESTIMATION DES PERTES DE DENREES STOCKEES

Matériel

- Jeu de tamis de maille différente (1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm)
- Récipients divers
- Diviseur ou réducteur d'échantillon
- Chondromètre (Corcoran - Simplex Limited)
- Balance
- Humidimètre ou étuve réglée à 103°C.

Mode Opératoire

Nettoyage de l'Echantillon

1. Mettre en place le jeu de tamis (le tamis à plus grande ouverture au dessus, celui à plus petite ouverture en dessous) et verser un échantillon représentatif dans les tamis. Un échantillon normal est de 1-2 kg.
2. Fermer le jeu de tamis avec le couvercle et tamiser en agitant fortement pendant quelques minutes. Enlever le couvercle.
3. Le matériel qui reste dans le jeu de tamis consiste en grains et substances étrangères. Les débris sont ceux qui se trouvent dans le fonds du tamis (avortons de grains, poussières de stockage, etc...). Enlever les débris et les mettre dans un récipient. Retamiser cette fraction.
4. Réunir les grains se trouvant sur les différents tamis.
5. Trier à la main les substances étrangères (grains d'autres céréales, cailloux, etc...). Mettre les substances étrangères dans un récipient approprié.
6. Lorsque l'opération de tri sera terminée, procéder aux pesées et noter sur la fiche d'analyse le poids des grains, des substances étrangères, et des débris.
7. Préparer trois sachets en plastique préalablement étiquettées: grains, substances étrangères, débris. Mettre chaque fraction dans son sachet.

Analyse Fraction Grains

1. Détermination du Taux d'Humidité des Grains en Pourcentage

Prendre 10 g de grains. Broyer au moulinex. Faire une Détermination d'Humidité (voir méthode AC-2). Noter le résultat sur la fiche d'analyse.

2. Densité des Grains (en kilo/hectolitre)

Cette mesure se fait au chondromètre (voir méthode AP-3). Noter la densité sur la fiche d'analyse.

3. Détermination du Taux de Grains Entiers et Attaqués

Préparer un sous-échantillon représentatif à peu près 25 g près de l'échantillon de départ. Par triage à la main, séparer les grains attaqués, moisissés, et cassés des grains entiers non-endomagés. Noter leur poids sur la fiche d'analyse.

Calcul

Calculer le pourcentage des grains, substances étrangères et débris divers de l'échantillon de départ.

$$\% \text{ Grain} = \frac{\text{Poids des grains} \times 100}{\text{Poids de l'échantillon de départ}}$$

$$\% \text{ Substances étrangères} = \frac{\text{Poids des substances étrangères} \times 100}{\text{Poids de l'échantillon de départ}}$$

$$\% \text{ Débris divers} = \frac{\text{Poids des débris divers} \times 100}{\text{Poids de l'échantillon de départ}}$$

Calculer le taux de grains entiers et attaqués.

$$\% \text{ Grains entiers} = \frac{\text{Poids de grains entiers} \times 100}{\text{Poids de grains entiers et grains attaqués}}$$

$$\% \text{ Grains attaqués} = \frac{\text{Poids de grains attaqués} \times 100}{\text{Poids de grains entiers et grains attaqués}}$$

FICHE D'ANALYSE DES ECHANTILLONSI. RENSEIGNEMENTS GENERAUX:

- Echantillon n^o
- Lieu du prélèvement:
- Date d'arrivée au laboratoire:
- Variété:

Nom:

II. POIDS DE L'ECHANTILLON A L'ARRIVE

	Poids	%
- Grains:		
- Débris divers:		
- Substances étrangères:		
- Poids échantillon total:		

III. ANALYSE FRACTION GRAINS

- Humidité:
- Kilos/hectolitre:

	Poids	%
- Grains entiers:		
- Grains attaqués:		
TOTAL:		

IV. OBSERVATIONS

FIGURE 1

INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATION DU DIVISEUR
OU REDUCTEUR D'ECHANTILLONS

Définition

Cette méthode permet d'obtenir un échantillon représentatif à partir d'un grand échantillon de grain au moyen d'un diviseur de grain.

Appareil

Reducteur de grain ou équivalent

Mode Opérateur

1. Poser sur la paillasse côté à côté 2 bols porte-échantillon vides.
2. Adapter le diviseur aux 2 bols porte-échantillon.
3. Remplir le troisième bol porte-échantillon avec l'échantillon. Nivelé jusqu'à ce que la surface de l'échantillon soit plane.
4. Ajuster le bord du troisième bol à celui du diviseur.
5. Vider doucement le contenu du bol dans le diviseur.
6. A la fin de l'opération, on obtient 2 sous-échantillons du même poids.
7. Si l'on veut réduire le sous-échantillon, procéder comme suit:
8. Retirer un des sous-échantillons qui est sous le diviseur.
9. Le remplacer par le troisième bol vide. Nivelé le sous-échantillon retiré jusqu'à ce que la surface du grain soit plane.
10. Vider le sous-échantillon dans le diviseur selon la technique précédemment décrite.
11. On peut aussi, par divisions successives, obtenir des sous-échantillons de taille ($1/2$, $1/4$, $1/8$, $1/16$, $1/32$, etc...) de l'échantillon de départ.

PREPARATION D'UN ECHANTILLON REPRESENTATIF DE TRAVAIL
PAR "DIVISION EN QUART"

Le diviseur de grain est l'outil préféré pour obtenir un échantillon représentatif. Cependant s'il n'est pas disponible, une procédure dite "de division en quart", basée sur le même principe que le séparateur de grain, peut être utilisée. Placer l'échantillon original en couche unique (de grains) circulaire (voir illustration). A la main ou à l'aide d'une règle, diviser l'échantillon en quatre. Retirer trois quartiers à remettre dans le sac de l'échantillon. Le quart restant est remis en couche unique circulaire et divisé de nouveau en quatre. Le processus est répété jusqu'à obtention de la quantité désirée de l'échantillon.

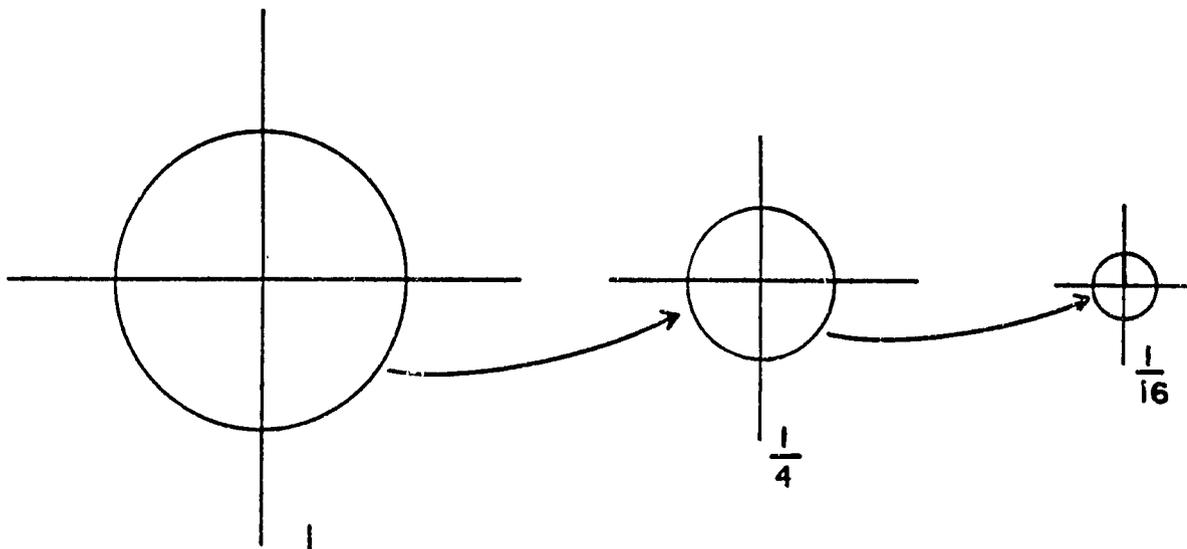


FIGURE 2

DETERMINATION DU POIDS SPECIFIQUE DU GRAIN AVEC LE CHONDROMETRE

Appareil

Chondromètre (Corcoran-Simplex Limited*)

Mode Opératoire

1. Régler le zéro de la balance du chondromètre.
2. Placer le plongeur (C) dans le bol de pesée (B).
3. Placer l'ensemble sur le plateau de la balance du chondromètre.
4. Mettre la tare pour ramener la balance en position zéro.
5. Adapter le contenu (A) au bol de pesée.
6. Adapter le bol de remplissage (D) au bol de pesée.
7. Faire glisser le plongeur dans l'appareillage par le col du bol de remplissage.
8. Introduire les grains dans le bol de remplissage jusqu'à ras bord.
9. Tasser les grains en tapotant le bol de remplissage.
10. Retirer le couteau (le plongeur et les grains tombent dans le bol de pesée).
11. Remettre le couteau à sa place.
12. Vider le bol de remplissage.
13. Enlever le bol de remplissage.
14. Placer le bol de pesée sur la balance.
15. Mettre la balance à l'équilibre.
16. Noter le poids spécifique exprimée en kilo/hectolitre.

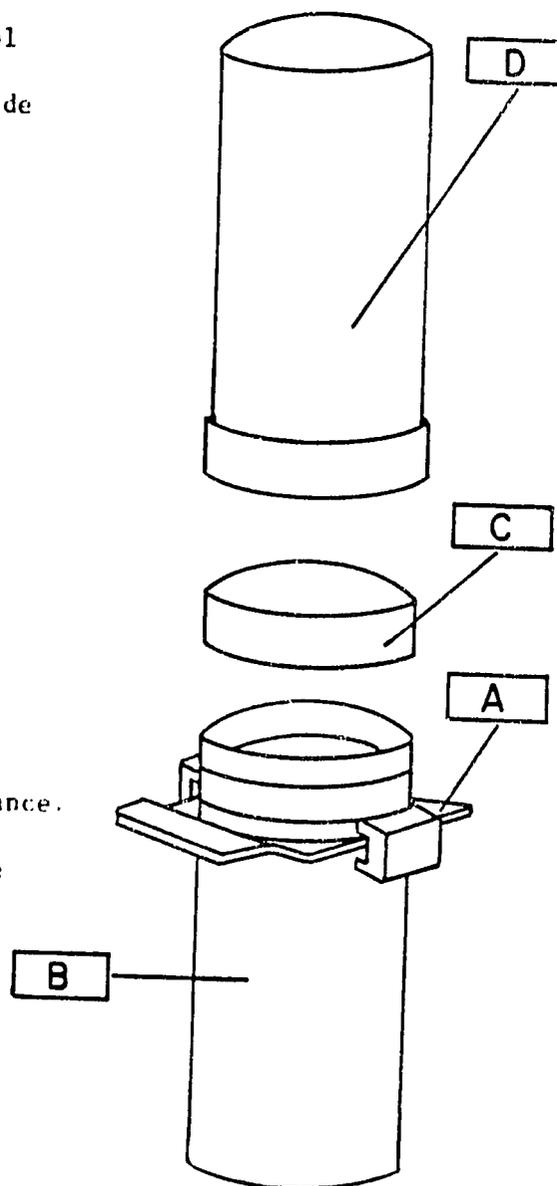


FIGURE 3

*Sterling Industrial Estate
Rainham South Road
Dagenham, Essex RM 108 DJ
United Kingdom

ANALYSE DE LA CARACTERISTIQUE PHYSIQUE DU GRAIN SORGHO

Matériel

- Feuille de papier blanc
- Lame de rasoir
- Balance
- Eprouvette graduée (100 ml)
- Ethanol
- Fiche d'analyse

Mode Opérateur

Ce travail peut être effectué par deux personnes en cas de besoin. Indiquer la date et le nom du laborantin. Prendre un échantillon représentatif de grain.

Prendre quelques grains d'échantillon. Les déposer sur une feuille de papier. Noter la couleur du péricarpe. Analyser l'épaisseur du péricarpe à l'aide du lame de rasoir. Observer la texture et la couleur d'endosperme en coupant la graine longitudinalement à l'aide du lame de rasoir. Noter sur la fiche d'analyse les résultats de vos observations et analyses ainsi que le N^o. ID (numéro d'identification de la variété) et N^o. I.S. (numéro international du sorgho).

Couleur du Grain

1. Placer quelques grains de l'échantillon sur un morceau de papier blanc.
2. Observer la couleur du péricarpe (tissu extérieur du grain) et évaluer selon l'échelle suivante:
 - 1- blanche
 - 2- jaune
 - 3- rouge
 - 4- marron
 - 1/2- bicolore (grain blanc-jaune)

Rapporter les résultats sur la fiche d'analyse.

Le péricarpe est la couche extérieure de la graine. Si le péricarpe est transparent, la couleur observée peut être affectée par celle de l'endosperme. Par conséquent, l'épaisseur du péricarpe peut affecter l'appréciation visuelle de la couleur.

Epaisseur du Péricarpe

1. Racler le grain à l'aide d'un rasoir puis enlever le péricarpe.
2. Observer l'épaisseur du péricarpe. Un péricarpe mince se détache

en petits fragments, alors qu'un péricarpe épais se détache en morceaux fins.

3. Evaluer l'épaisseur du péricarpe selon l'échelle numérique suivante:

- 1- péricarpe mince
- 2- péricarpe moyen
- 3- péricarpe épais

Rapporter les résultats sur la fiche d'analyse.

Testa

Chez quelques grains de sorgho, on trouve juste sous le péricarpe une couche très pigmentée, appelée testa. Chez certains sorghos, cette couche est localisée en certains endroits de la graine. En général, la couche la plus épaisse du testa se trouve sur la couronne et la plus mince autour de l'embryon. Le testa est généralement de coloration pourpre ou brune. Pour juger de la présence ou de l'absence du testa, gratter la graine pour dégager le péricarpe du côté de la couronne. La présence d'une couche pigmentée couvrant l'endosperme atteste la présence du testa.

- + = présence de testa
- = absence de testa

Couleur de l'Endosperme

L'endosperme comprend une partie vitreuse et une partie farineuse. Pour observer les deux parties, couper la graine longitudinalement en deux parts symétriques. Observer et déterminer la couleur de la partie vitreuse et de l'endosperme selon l'échelle suivante:

- a. blanche
- b. jaune
- c. grise
- d. rouge

Texture de l'Endosperme

La proportion relative entre texture vitreuse et texture farineuse constitue une référence pour déterminer la texture de l'endosperme. Cette texture peut être déterminée visuellement par examen d'une coupe longitudinale d'une demi-graine. Evaluer la texture de l'endosperme selon l'échelle numérique qui suit:

- 1- 100-80% (vitrosité)
- 2- 80-60%
- 3- 60-40%
- 4- 40-20%
- 5- 20-0%

Cette méthode pour l'évaluation de la texture d'endosperme ne doit pas être confondue avec la méthode de "Bono." La méthode de "Bono" classe la vitrosité de grain en valeur croissante de 0 à 4.

Le poids de 100 graines

Peser 40 g du grain et compter le nombre de graines. Le poids de 100 est calculé à partir de la formule suivante:

$$\frac{40 \times 100}{\text{Nombre de graines dans 40 g}} = \text{Poids de 100 graines}$$

Pour des échantillons de moins de 40 g, deux méthodes additionnelles peuvent être utilisées pour déterminer le poids de 100 grains.

1. Compter, puis peser à la balance 100 graines; rapporter le poids sur une fiche d'analyse.
2. Compter, puis peser 300 graines; diviser le poids par 3. Rapporter sur une fiche d'analyse.

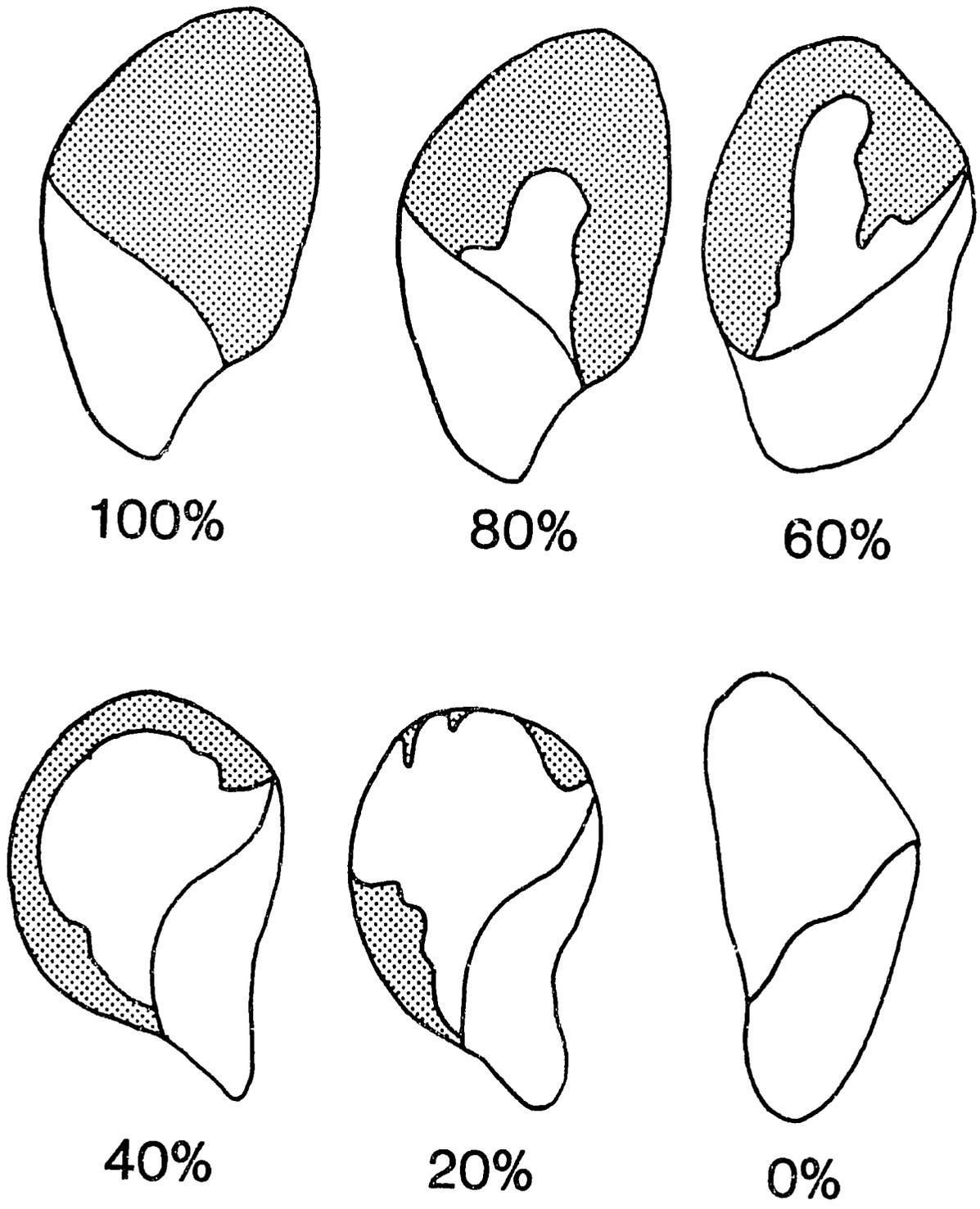
Densité du Grain

1. Prendre une éprouvette graduée (100 ml). Mettre l'alcool (96%) dans cette éprouvette jusqu'à un volume (V_0). Noter le volume.
2. Peser 20 g de grain.
3. Introduire les 20 g dans l'éprouvette, pour obtenir un nouveau volume (V). Noter le volume.
4. Calculer la densité du grain et noter sur la fiche d'analyse.

$$\text{La densité du grain (g/ml)} = \frac{\text{Poids de grain}}{(V - V_0)}$$

References

- Rooney, L.W. and F.R. Miller. 1981. "Variation in the Structure and Kernel Characteristics of Sorghum." p. 143-162. In International Symposium on Sorghum Grain Quality. ICRISAT Center, Patancheru, India. 14-18 October 1980.
- House, L.R. 1980. A Guide to Sorghum Breeding. p. 205. ICRISAT, Patancheru, India.



100%

80%

60%

40%

20%

0%

TEXTURE FARINEUSE



TEXTURE VITREUSE



TEXTURE DE L'ENDOSPERME

FIGURE 4

ANALYSE DE LA CARACTERISTIQUE PHYSIQUE DE LA PANICULE DE SORGHO

Matériel

- Règle
- Fiche d'analyse

Mode Opératoire

Indiquer la date et le nom du laborantin sur la fiche d'analyse. Prendre un échantillon. Choisir une panicule moyenne représentative de la variété. Noter la forme de la panicule (voir table de référence). Mesurer la longueur et la largeur de la panicule. Observer la couleur et la longueur des glumes. Noter sur la fiche d'analyse les résultats de vos observations et analyses ainsi que le n° ID (numéro d'identification de la variété) et le n° IS (numéro international du sorgho).

Forme de la Panicule

Prendre un épi de sorgho et comparer avec ceux se trouvant sur la table de référence annexée (p. 26). Marquez sur la fiche d'analyse le numéro de l'épi de référence correspondant à votre épi échantillon.

Ex: 1 correspond à panicule ouverte.

Longueur de la Panicule (en cm)

Placer la panicule sur une surface plate. Avec une règle de 40 cm, mesurer la longueur de l'épi qui va du collier où débutent les premières branches jusqu'au sommet de l'épi.

Largeur de la Panicule (en cm)

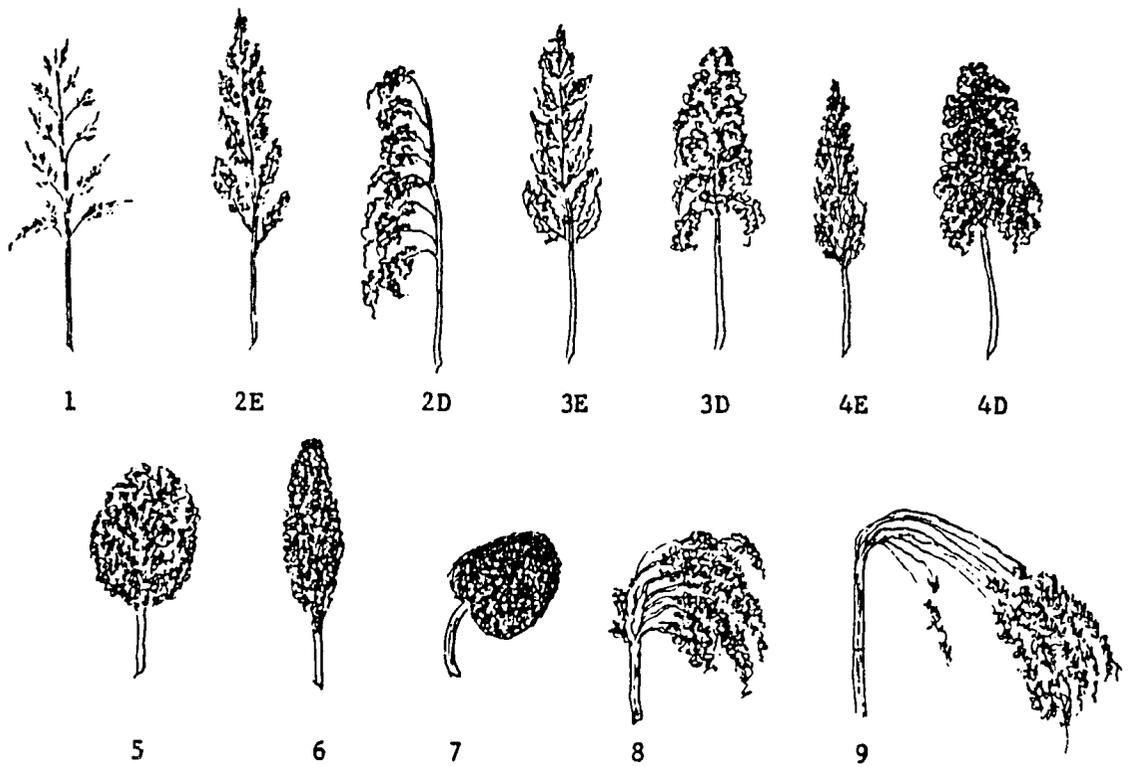
Pour trouver la largeur de la panicule, placer la panicule sur une surface plate et mesurer à partir du centre de l'épi. Il ne faut pas tirer sur l'épi car ceci peut augmenter la longueur.

Couleur de Glume

Observer les glumes et déterminer la couleur à partir du code suivant :

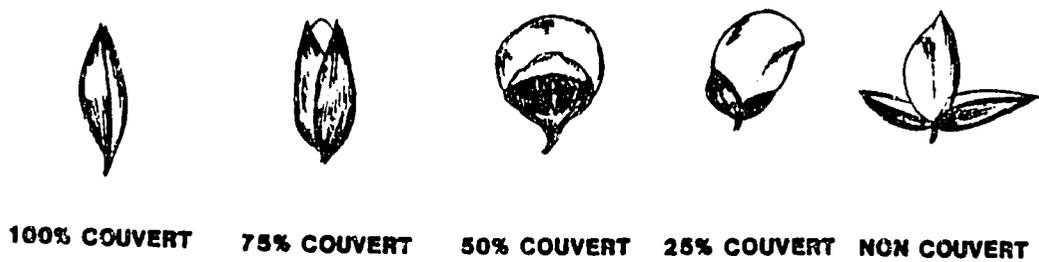
- 1 - paille, tan
- 2 - rouge
- 3 - pourpre
- 4 - noir

Rapporter les résultats sur la fiche d'analyse.



FORME DE LA PANICULE

FIGURE 7



LONGUEUR DE GLUME

FIGURE 8

TEST RAPIDE POUR DETERMINER LA VITROSITE DE GRAIN
DE SORGHO PAR LA METHODE DE FLOTTAISON

La méthode de flottaison a été développée pour déterminer la vitrosité du grain. Cette information est utile car que les variétés de sorgho à endosperme vitreux ou dur donnent de meilleurs résultats pour la récupération des grains après la décortication que ceux à endosperme farineux. Cette méthode a aussi été utilisée pour déterminer les niveaux de dommages causés par les insectes aux variétés "headbug." La dureté du grain est mesurée comme le pourcentage de grains flottant dans une solution de NaNO_3 . Le poids spécifique de la solution de NaNO_3 doit être sélectionnée afin de fournir une bonne séparation des variétés testées.

Matériel

- Hydromètre gradué (poids spécifique de 1,000-2,000)
- Agitateur magnétique
- Barreau magnétique
- Bêcher (2 litres)
- Papier filtre
- Appareil I: entonnoir en plastique (le dessus 150 mm, le col 30 mm, le bout 28 mm)
- Bêcher (2 litres)
- Tige métallique à bout portant une toile de tamis (28 cm)
- Tamis fin (diamètre de 5 cm)
- Tamis gross (5 mm)

Réactifs

- NaNO_3 (nitrate de sodium: pureté analytique)
- Triton X-100 (alkylaryl d'alcool polyether, marque Rohm Haas Co.) ou un solvant organique soluble dans l'eau pour casser la tension de la surface.

Mode Opérateur

1. Dissoudre environ 805 g de NaNO_3 dans 2 litres d'eau distillée et ajouter 3 gouttes de triton.
2. Déterminer la densité de la solution à l'aide de l'hydromètre.
3. Ajuster le poids spécifique à 1,205 avec de l'eau si celle-ci est supérieure à cette valeur, ou en ajoutant NaNO_3 au cas où elle serait inférieure à cette valeur.
4. Préparer par comptage manuel 3 sous-échantillons de 100 grains entiers par échantillon. La teneur en eau des grains devrait être dans les limites de 1%.
5. Remplir le bêcher avec la solution de NaNO_3 .
6. Plonger l'entonnoir et la tige métallique dans le bêcher.

7. Introduire les 100 grains dans l'entonnoir rempli au 3/4 par la solution de NaNO_3 .
8. Agiter à l'aide de la tige métallique le mélange solution-grains pendant 30 secondes.
9. Laisser les grains se séparer. Les grains lourds descendent dans le bûcher. Les légers flottent à la surface de l'entonnoir.
10. Récolter les grains flottants en fermant le col de l'entonnoir à l'aide du tamis de la tige métallique.
11. Retirer l'entonnoir dont le col est fermé par le tamis de la tige métallique.
12. Déposer les grains récoltés sur un papier filtre.
13. Compter leur nombre. Ce nombre est égal au pourcentage de grains flottants.
14. Retirer les grains qui sont descendus dans le bûcher.
15. Faire 3 déterminations dans les mêmes conditions pour chaque échantillon.

Calcul

Le pourcentage est obtenu en faisant la moyenne de trois déterminations.

$$\begin{array}{l} \% \text{ flottaison} \\ \text{pour} \\ \text{l'échantillon} \end{array} = \frac{\text{Détermination 1} + \text{Détermination 2} + \text{Détermination 3}}{3}$$

Modification

Si l'on n'a pas le matériel nécessaire pour l'appareil I, l'appareil II peut être utilisé.

1. Placer un tamis de farine (19 cm x 8 cm) dans un bol en verre (21 cm x 11 cm) contenant une solution de NaNO_3 (2 litres).
2. Verser l'échantillon de 100 grains dans le bol et agiter fortement avec une baguette de verre pendant 30 secondes.
3. A l'aide d'un tamis de thé, enlever les grains flottants.
4. Compter les grains flottants et faire le calcul.
5. Retirer le grand tamis de la solution de NaNO_3 .
6. Enlever les grains se trouvant sur ce tamis.
7. Remettre le grand tamis dans la solution de NaNO_3 pour une nouvelle expérience.

Références

Hallgren, L. and D.S. Murty. 1983. A Screening Test for Grain Hardness in Sorghum Employing Density Grading in Sodium Nitrate Solution. J. Cereal Science 1:265-274.

Kirleis, A.W. and K.D. Crosby. 1981. Sorghum Hardness: Comparison of Methods for its Evaluation. p. 231-241. In International Symposium on Sorghum Grain Quality. ICRISAT Center, Patancheru, India, 28-31 October 1981.

Wicher, W.R. 1961. The World of Corn Processing. American Miller Processor 89(3):23-24; 89(4):29-31.

ICRISAT/Mali Annual Report, 1985.

AP-6

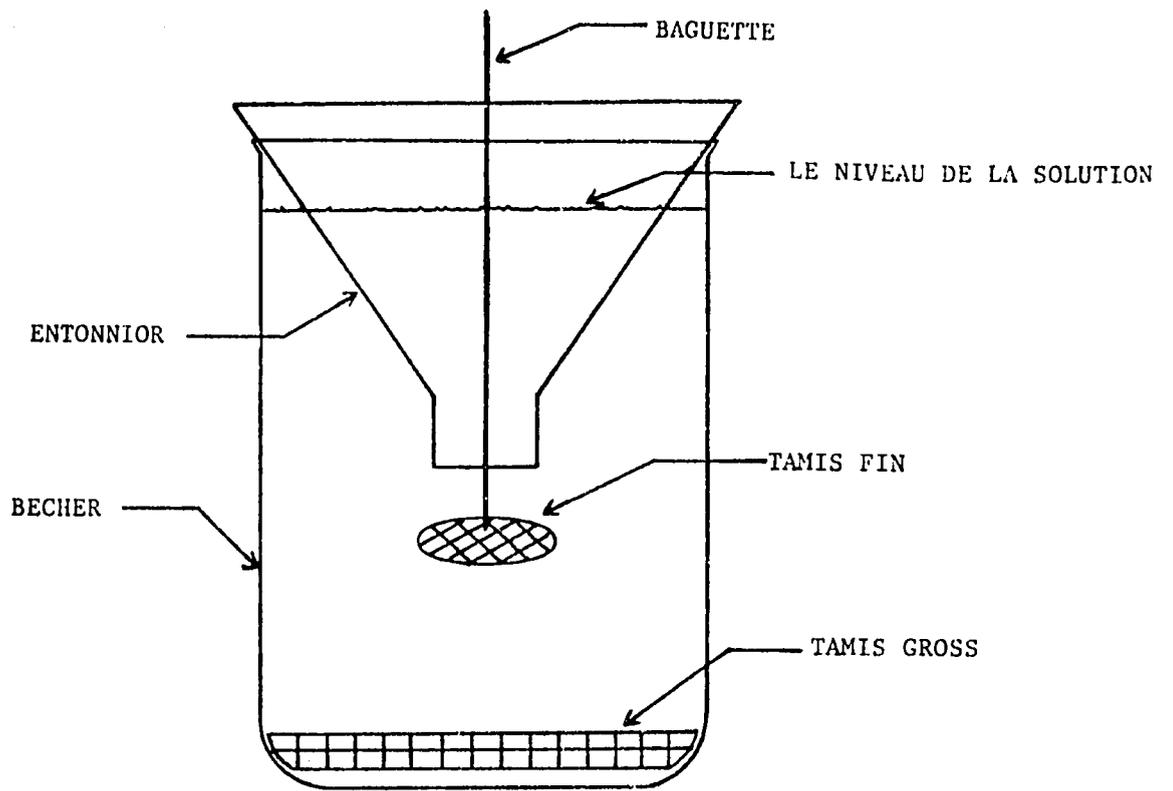
DATE _____ LABORANTIN(E) _____

PROCEDURE POUR TESTER LA VITROSITE DU GRAIN DE SORGHO

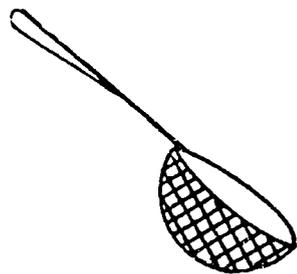
POIDS SPECIFIQUE _____

ECHANTILLON	DETERMINATION 1	DETERMINATION 2	DETERMINATION 3	POURCENTAGE MOYEN
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

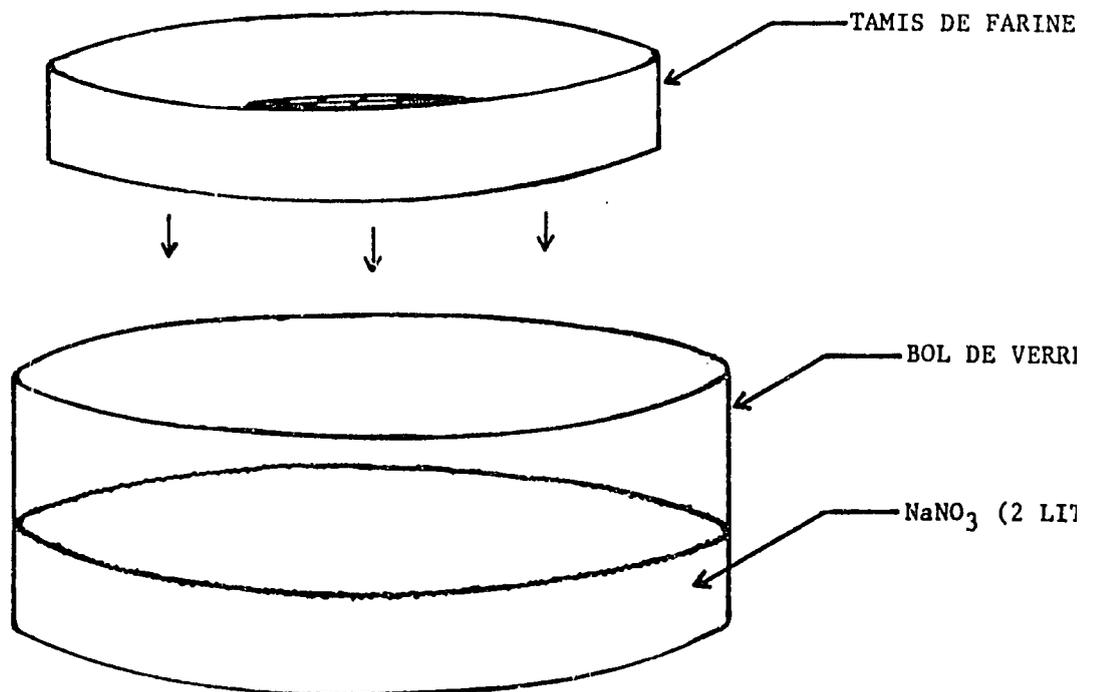
FIGURE 9



APPAREIL I



TAMIS DE THE



APPAREIL II
FIGURE 10

III. METHODES DE LABORATOIRE

B. ANALYSE CHIMIQUE

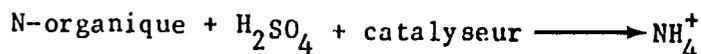
DOSAGE DE L'AZOTE

Le plus souvent, les méthodes utilisées pour le dosage de l'azote dépendent de l'élément ou du groupe d'éléments à doser. Dans la méthode Kjeldahl, c'est l'azote protéique qui est dosé. La présence ou non de composés azotés non protéiques est, en règle générale, faible comparée à la quantité de protéine de la majorité de produits alimentaires.

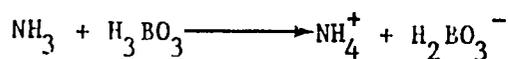
Dans la méthode Kjeldahl, l'azote organique est transformé en azote ammoniacal (NH_4^+) sous l'action de l'acide sulfurique concentré et en présence de catalyseur. Le NH_4^+ est déterminé à partir de NH_3 libéré par distillation des produits de digestion avec soude. Le NH_3 libéré par distillation est collecté dans un volume de H_3BO_3 et déterminé par titration avec une solution de H_2SO_4 standard.

Réaction

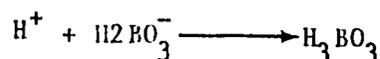
Digestion:



Distillation:



Titration:



Matériel

- Pèse - main
- Matras (100 ml)
- Spatule
- Rampe de digestion
- Appareil de distillation
- 6 Erlen (125 ml)
- Eprouvette (50 ml)
- Pierre ponces
- Burette (50 ml)
- Plaque agitateur magnétique
- Barreau
- Balance analytique

Réactifs

- Acide sulfurique pour analyses (36N, d = 1,83)

- Catalyseur sulfate de potassium - 100 g
sulfate de cuivre - 20 g
selenium en poudre - 2 g

Broyer l'ensemble finement dans un moulinex ou Waring Blender pour obtenir une poudre homogène.

- Acide borique avec indicateur

Dissoudre 80 g d'acide borique dans un litre d'eau bouillante. Laisser refroidir. Ajouter 25 ml d'indicateur et compléter à volume avec l'eau distillée dans une fiole volumétrique de 2 litres.

- Indicateur

Préparer un mélange: trois parties de vert de bromocrésol de 0,1% dans l'alcool et une partie de rouge de méthyl de 0,2% dans l'alcool. Mettre 0,1 g de vert bromocrésol dans une fiole volumétrique de 100 ml. Compléter à volume avec de l'éthanol. Placer 0,1 g de rouge de méthyl dans une fiole volumétrique de 50 ml. Compléter à volume avec l'éthanol. Mélanger 75 ml de solution de vert de bromocrésol et 25 ml de solution rouge de méthyl.

- Lessive de Soude (10N)

Environ 400 g de soude caustique par litre d'eau. Préparer dans un bûcher d'un litre placé dans un bac refroidisseur. Verser l'eau distillée sur 400 g de NaOH et en agitant continuellement. Laisser refroidir. Transférer dans une fiole d'un litre et compléter à volume après refroidissement.

- Acide sulfurique (1 N)

Dans une fiole d'un litre, mettre 27,8 ml d'acide sulfurique concentré et compléter à volume avec l'eau distillée.

- Acide sulfurique (environ 0,0500 N)

Dans une fiole d'un litre, mettre 50 ml d'acide sulfurique (1N) et compléter à volume avec l'eau distillée.

- Octanol (optional)

Mode OpératoireDigestion

1. Dans un matras sec de 10 ml introduire 0,25 g d'échantillon finement broyé et 0,5 g de catalyseur. Rendre le mélange homogène et mettre ensuite 3 ml de H_2SO_4 concentré. Mélanger et laisser reposer 30 minutes.
2. Chauffer les matras incliné sur la rampe. Maintenir chauffage à feu doux pendant 40 minutes et ensuite pendant 1 heure à une température élevée. La digestion est terminée quand la solution devient limpide et le reste pendant 30 minutes. Faire un "essai à blanc" dans les mêmes conditions sans échantillon.
3. Laisser refroidir pendant 30 minutes.

Distillation

1. Rincer le col du matras avec l'eau distillée et transférer quantitativement l'échantillon dans le matras de distillation en rinçant 3 à 4 fois avec de l'eau distillée.
2. Ajouter 3 pierres ponce, 3 gouttes d'octanol et environ 60 ml d'eau à chaque matras. L'octanol empêchera la mousse de monter dans le tube.
3. Installer le matras sur l'appareil à distiller.
4. Recueillir l'ammoniaque (NH_3^+) dans un erlen contenant 20 ml de la solution d'acide borique/indicateur. Le tube de dégagement d'ammoniaque (NH_3^+) doit tremper dans la solution d'acide borique/indicateur.
5. Adapter immédiatement le matras à l'appareil à distiller. Agiter légèrement.
6. Bouillir les échantillons à feu doux au départ, puis à température élevée vers la fin de la distillation.
7. Continuer la distillation jusqu'à ce que 50 ml de solution soient recueillis. La solution acide borique deviendra vert.
8. Mettre les erlens plus bas et continuer la distillation pendant 5 minutes. Rincer le tube de dégagement et enlever les erlens.

NB: Entre deux séries de distillation, rincer l'appareil de distillation en distillant de l'eau.

Titration

1. Remplir la burette avec la solution d'acide sulfurique (environ 0,500 N).
2. Mettre dans chaque erlen un barreau magnétique.
3. Placer l'erien sur la plaque agitateur magnétique.
4. Titrer avec l'acide. A la fin de la réaction, la solution virera du vert au rouge vineux.
5. Noter le volume d'acide utilisé (V).
6. Titrer l'essai à blanc - noter le volume d'acide utilisé (V_0).

Calcul

Le pourcentage d'azote contenu dans l'échantillon se calcule par la formule suivante:

$$\%N = \frac{(V-V_0) \times (\text{Normalité } H_2SO_4) \times (\text{masse atomique Azote}) \times 100}{(\text{Poids échantillon en g}) \times 1000}$$

$$\%N = \frac{(V-V_0) \times N \times 14,0 \times 100}{0,250 \times 1000}$$

$$\%N = (V-V_0) \times N \times 5,60$$

$$\% \text{ Protéine} = 6,25 \times \%N$$

Modification

Pour les échantillons qui moussent ou qui sont riches en matière organique, une addition d'eau oxygénée (H_2O_2 , 30%) permet de rendre plus rapidement limpide la solution. Dans ce cas, procédez de la manière suivante:

1. Après avoir placé les matras sur la rampe de digestion, chauffez-les jusqu'à ce que les mousses montent jusqu'au col du matras. Les retirer de la rampe de chauffage. Puis ajouter lentement le long du col, 1 ml de H_2O_2 (30%).
2. S'il y a encore de la mousse en excès, ajouter 0,5 ml - 1,0 ml de H_2O_2 . Continuer à chauffer la solution pendant 5 minutes après que la solution soit devenue limpide.
3. Faire un essai à blanc dans les mêmes conditions.

Précautions

- La solution de H_2O_2 (30%) doit être mise dans le matras avec le plus grand soin. Faire cette addition sous la hotte. Il faut incliner l'ouverture du flacon du côté inverse parce qu'il y a risque de transformation rapide du produit sous forme de gaz pendant l'addition.
- Refroidir le blanc pendant plusieurs minutes avant d'ajouter l'eau oxygénée, car l'eau oxygénée se décompose rapidement en haute température en absence de matière organique.

Références

ASA Monograph No. 9. 1965. Methods of Soil Analysis. Part II.

Concon, J.M. and Diane Soltess. 1973. Rapid micro-kjeldahl digestion of cereal grains and other biological materials. Anal. Biochem. 53:35-41.

Pomeranz, Y. and C. Meloan. 1978. Food Analysis: Theory and Practice (revised edition). p. 671. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conn.

DATE: _____

LABORANTIN(E) _____

ANALYSE DE L'AZOTE ET PROTEINE DETERMINATION

ESSAI: _____

THAM a) _____ b) _____ c) _____ d) _____ moyen _____ normalité _____

SULFATE D'AMMONIUM STANDARD a) _____ b) _____ moyen _____ % recouvrement _____

TMOIN a) _____ b) _____ moyen _____

ECHANTILLON	N° TUBE	POIDS	N° MATRAS	N° ERLIN	VOLUME	% N	% P	REMARQUES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

FIGURE 11

FACTEURS DE CONVERSION DU POURCENTAGE DE N
EN POURCENTAGE DE PROTEINES

<u>Céréales</u>	<u>Facteur</u>
Sorgho (<u>sorghum</u> spp)	6.25
Millet (<u>Penisetum</u> spp) grain	6.25
"Foxtail" millet (<u>Setaria italica</u>)	6.25
"Proso" millet (<u>Panicum miliaceum</u>) balle	6.25
Maïs (<u>Zea mays</u>) grain ou farine de grain entier	6.25
Riz (<u>Oryza</u> spp) brune ou balle	5.95
Blé (<u>Triticum</u> spp) grain entier	5.83
Blé (<u>Triticum</u> spp) son	6.31
Blé (<u>Triticum</u> spp) germe	6.31
Blé (<u>Triticum</u> spp) farine	5.70
Blé (<u>Triticum</u> spp) bouilli à vapeur (Bulgur)	5.83
Teff (<u>Eragrostis tef</u>) entier	6.25
Seigle (<u>Secale ceralis</u>) farine	5.83
Orge (<u>Hordeum vulgare</u>) graine entière	5.83
Avoine (<u>Avena sativa</u>) farine	5.83
Sarrasin (<u>Fagopyrum sagittatum</u>) decortiqué, farine sombre	6.25

INSTRUCTIONS POUR L'UTILISATION DE L'APPAREIL
DE DISTILLATION (PREGL) POUR L'ANALYSE DE L'AZOTE
(METHODE DE KJELDAHL)

L'appareil de distillation créé par Parnas et Wagner peut être utilisé à la place d'un appareil type qui peut traiter jusqu'à six échantillons simultanément. Bien qu'elle prenne plus de temps, cette méthode s'est avérée être plus économique quand on dispose de feu de verrerie.

Matériel

- Appareil de distillation (voir diagramme)
- Erlen (125 ml)
- 2 Bêchers (500 ml)

Réactifs

- Solution d'acide borique/indicateur - voir Dosage de l'Azote (AC-1)
- Hydroxide de sodium (NaOH, 10N - voir Dosage de l'Azote (AC-1))

Mode Opérateur

1. Remplir le bol (B) avec de l'eau distillée.
2. Graisser le couvercle du bol. Remettre le couvercle sur le bol. Fixer le couvercle sur le bol à l'aide des vis.
3. Desserrer toutes les pinces (C, D, E) et enlever le bouchon (K) du bol.
4. Mettre dans un erlen de 125 ml, 20 ml d'acide borique et le placer sous le condenseur (H) de manière à ce que le tube plonge dans l'acide borique.
5. Rincer les matras de digestion 3 à 4 fois à l'eau distillée par l'entonnoir (F). Remplir le flacon de distillation (G) avec l'échantillon, ajouter de l'eau distillée jusqu'à une hauteur de 5 cm.
6. Ajouter 20 ml de NaOH au flacon de distillation.
7. Serrer les pinces D et E (pas C) et faire bouillir l'eau du bol.
8. Ouvrir le robinet d'eau du réfrigérant.
9. L'échantillon commence à bouillir. Si l'échantillon ne bout pas, contrôler les tuyaux pour savoir s'il n'y a pas de fuite.
10. Contrôler la température du régulateur (A). Quand l'échantillon bout, NH_4OH est entraîné dans le condenseur (H) et descend dans l'erlen.
11. Continuer la distillation. Quand 50 ml de solution sont recueillis dans l'erlen (I), faire descendre l'erlen. Le tube ne trempe plus dans la solution. Attendre 3 minutes.
12. Arrêter le chauffage. Rincer le tube collecteur à l'erlen avec de l'eau distillée. Enlever l'erlen.

13. Procéder à la titration de la solution (voir Dosage de l'Azote - AC-1).

Nettoyage

1. Adapter un erlen de 125 ml contenant 100 ml d'eau distillée au condenseur (H).
2. Serrer les pinces D et E. Desserrer la pince C.
3. Chauffer quelques minutes. Serrer la pince C et enlever le bouchon du bol. Toute l'eau contenue dans l'erlen et les traces de l'échantillon seront aspirées par piégeage de la vapeur (J). Desserrer la pince C et vider le piège de vapeur avec la pince D en desserrant.
4. Rincer l'entonnoir (F) avec 100 ml d'eau distillée et remplir l'erlen d'eau.
5. Replacer le bouchon du bol et continuer avec le procédé de vapeur pendant 2 minutes, enlever le bouchon du bol (K). Serrer la pince C et procéder comme à l'étape N° 3.
6. Répéter la procédure trois fois.

Références

- Steyermark, A. 1961. Quantitative Organic Microanalysis, Second Edition, Academic Press, N.Y.
- ASTM Tentative Method E-147-59T, ASTM Standards, 1959 Supplement, Part 7 (Petroleum).
- Committee on Microchemical Apparatus, Div. of Anal. Chem., ACS, see Analytical Chemistry, 23(3):524 (March 1951).

APPAREIL DE DISTILLATION (METHODE DE KJELDAHL)

A.S.T.M.-Pregl

- A-régulateur
- B-bol
- C-pince
- D-pince
- E-pince
- F-entonnoir
- G-flacon distillation
- H-condenseur
- I-erien de recueillement
- J-piège de vapor
- K-bouchon du bol

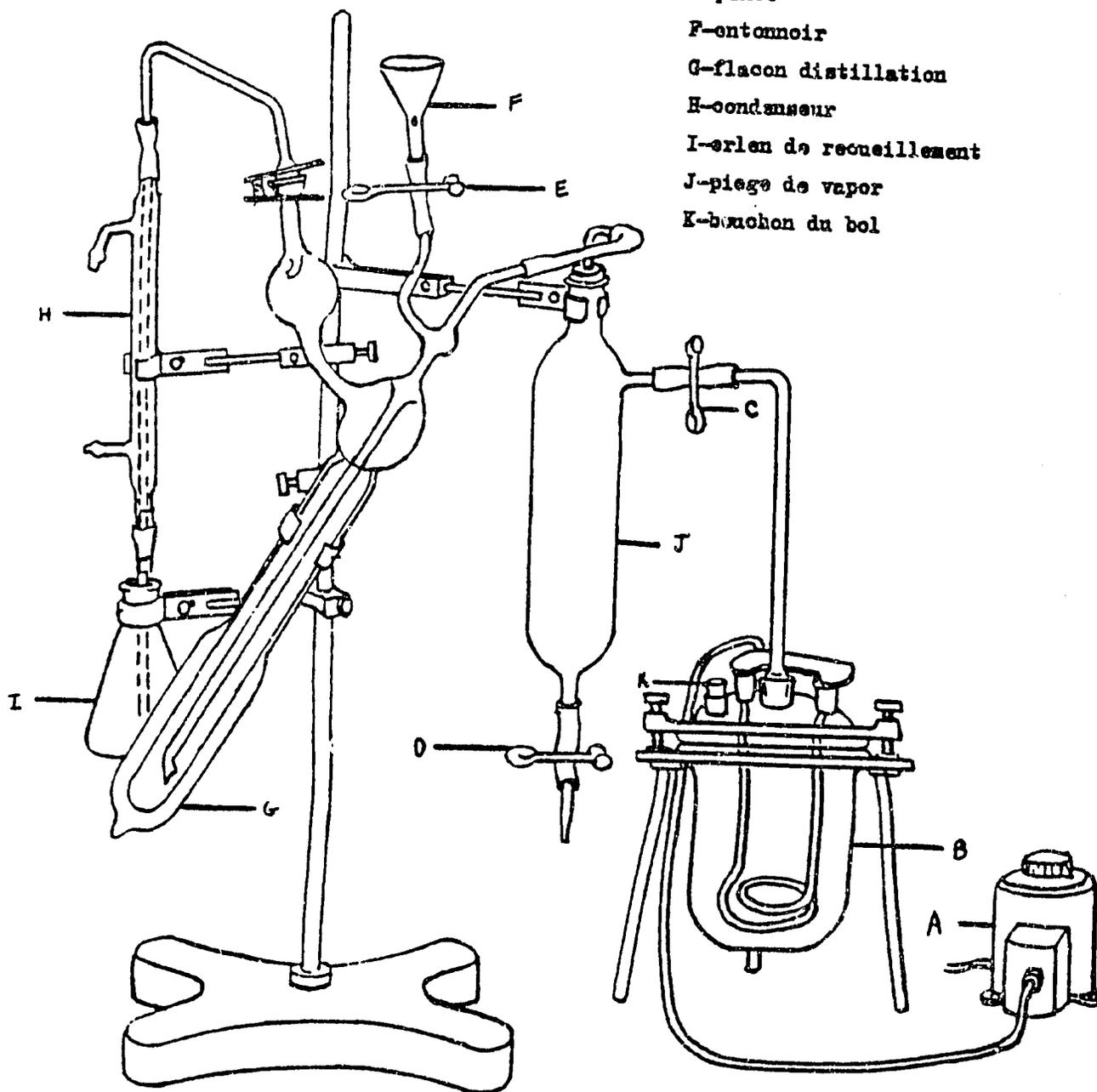


FIGURE 12

PROCEDURE POUR LE CALCUL DE LA NORMALITE DE
L'ACIDE DE TITRATION

Matériel

- Etuve (95°C)
- Dessicateur
- Creuset
- Fiоле (1000 ml)
- 3 Erlen (50 mls)
- 3 Barreaux magnétiques
- Agitateur magnétique
- Burette (10 ml)

RéactifsIndicateur

- Préparer un mélange:

3 parties de vert de bromocrésol (0,1% dans l'alcool)
1 partie de rouge de methyl (0,2% dans l'alcool)

Voir Dosage de l'Azote, AC-1

- Tris (hydroxymethyl) aminomethane (THAM) Solution - (0,01 N)
Placer 2 g de THAM dans un creuset. Mettre dans l'étuve à 95°C pendant une nuit. Transférer dans un dessicateur. Laisser refroidir. Dans une fiole de 1000 ml, dissoudre 1,2114 g de THAM avec l'eau distillée. Compléter à volume.

Mode Opérateur

A l'aide du pipette volumétrique, mettre 20 ml de solution THAM dans 3 erlens (50 ml). Ajouter 3 à 5 gouttes d'indicateur, mélanger. Titrer chaque solution avec l'acide de titration jusqu'à avoir couleur rose.

Calcul

$$\text{Moyenne des volumes d'acide} = \frac{\text{Volume 1} + \text{Volume 2} + \text{Volume 3}}{3}$$

$$\text{Normalité acide} = \frac{\text{Ml THAM} \times \text{THAM Normalité}}{\text{Moyenne des volumes d'acide}}$$

$$= \frac{20 \text{ ml} \times 0,01 \text{ N}}{\text{Moyenne des volumes d'acide}}$$

PREPARATION D'UNE SOLUTION STANDARD POUR TESTER LE RENDEMENT
DU DOSAGE DE L'AZOTE PAR MINERALISATION

Matériel

- Creuset
- Dessicateur
- Etuve (95°C)

Réactifs

- EDTA (PM = 372,2)

Dans un creuset mettre de l'EDTA. Placer le creuset dans l'étuve réglée à 95°C pendant une nuit. Transférer dans un dessicateur. Laisser refroidir.

Mode Opérateur

Dans un matras placer 0,100 g d'EDTA sec. Effectuer la minéralisation et la distillation selon les conditions opératoires utilisées pour le dosage de l'azote. Voir Dosage de l'Azote - AC-1.

Calcul

$$\begin{aligned} \% \text{ Recouvrement} &= \frac{(V-V_0) \times N \times 186,1 \times 100}{\text{Poids EDTA (g)} \times 1000} \\ &= \frac{(V-V_0) \times N \times 186,1 \times 100}{0,100 \times 1000} \end{aligned}$$

N = Normalité de l'acide sulfurique

V = Volume H₂SO₄ utilisé pour le dosage de l'EDTA

V₀ = Volume H₂SO₄ pour l'essai à blanc

186,1 = Moléculaire équivalente = $\frac{\text{Poids moléculaire}}{2}$
de l'EDTA

PREPARATION DE LA SOLUTION STANDARD
POUR TESTER LE RENDEMENT DE LA DISTILLATION

Matériel

- Creuset
- Dessicateur
- Etuve (95°C)
- 2 fioles (100 ml, 500 ml)
- Pipette (50 ml)

Réactifs

- (NH₄)₂ SO₄ (Sulfate d'Ammonium)

Dans un creuset mettre 6 à 7 g sulfate d'ammonium. Le placer dans une étuve (95°C) pendant une nuit. Le transférer immédiatement dans un dessicateur. Laisser refroidir.

- Solution de Sulfate d'Ammonium (0,12 mg/ml)

Dans une fiole d'un litre dissoudre 5,663 g de sulfate d'ammonium sec avec de l'eau distillée. Compléter au volume avec de l'eau distillée. Pipetter 50 ml de cette solution et les transférer dans une fiole de 500 ml. Ramener au volume avec de l'eau distillée.

Mode Opérateur

1. A l'aide d'une pipette volumétrique, introduire 10 ml de cette solution dans un matras de distillation. Ajouter de l'eau, de la pierre ponce.
2. Distiller comme dans le cas du dosage de l'azote. Voir Dosage de l'Azote - AC-1.

Calcul

$$\begin{aligned} \% \text{ Recouvrement} &= \frac{V \times N \times 14,01 \times 100}{B \times C} \\ &= \frac{V \times N \times 14,01 \times 100}{10 \text{ ml} \times 0,12 \text{ mg/ml}} \end{aligned}$$

N = Normalité de l'acide sulfurique

V = Volume H₂SO₄ utilisé pour le dosage de l'EDTA

B = Volume de sulfate d'ammonium utilisé (ml)

C = Concentration de sulfate d'ammonium (mg/ml)

14,01 = Poids moléculaire d'azote

INSTRUCTIONS POUR L'ENTRETIEN DE LA RAMPE DE DIGESTION

- Le nettoyage doit intervenir après chaque série de 100 échantillons ou une fois par mois.
- Nettoyer le système de piégeage des fumées d'acide sulfurique (fiolle à vide, les têtes de digestion de la rampe, etc...)
- Remplacer la solution de NaOH (20%) une fois par mois. Dissoudre 200 g de NaOH dans une litre d'eau distillée.

DETERMINATION D'HUMIDITE - METHODE D'UNE HEURE

La procédure qui suit est à utiliser seulement si l'on peut maintenir la température et période de temps requièrte. L'étuve doit être maintenue à une température constante de 130°C entre les analyses aussi. La teneur en eau est déterminé à partir de la perte en poids de l'échantillon lorsqu'il est chauffé dans des conditions spécifiques.

Matériels

- Broyeur "Salton Quick"
- Etuve (130°C)
- Boîtes à teneur en eau en aluminum avec couvercles, 5 mm de diamètre
- Pinces métalliques ou isolants en caoutchouc
- Balance analytique (précis au mg)
- Dessiccateur

Mode Opératoire

1. Etiqueter les creusets en aluminium.
2. Placer les creusets propres dans l'étuve (130°C) pendant une heure. Les transférer dans un dessiccateur et laisser refroidir. Eviter l'absorption d'humidité, les peser rapidement sur la balance analytique en se servant des pinces métalliques ou un isolant en caoutchouc (P₁).
3. Puis introduire dans le creuset 1,5-2,0 g d'échantillon finement broyé (maille de 0,9 mm de diamètre). Noter le poids de creuset et l'échantillon (P₂).
4. Placer dans l'étuve² (130°C) pendant une heure.
5. Enlever les creusets et les placer dans un dessiccateur et laisser refroidir.
6. Les sortir du dessiccateur et peser rapidement (P₃).

Calcul

$$\% \text{ humidité} = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1}$$

P₁ = Poids de creuset

P₂ = Poids de creuset et l'échantillon avant sechage (g)

P₃ = Poids de creuset et l'échantillon après sechage (g)

Référence

Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 1984. 14th ed.

DETERMINATION D'HUMIDITE - METHODE D'UNE NUIT

Cette procédure peut se montrer utile si les exigences en matière de température et de temps décrites en AC-2a ne peuvent pas être remplies. La teneur en eau est déterminé à partir de la perte en poids de l'échantillon lorsqu'il est chauffé dans des conditions spécifiques.

Matériel

- Broyeur "Salton Quick"
- Etuve (103-105°C)
- Boîtes à teneur en eau en aluminium avec couvercles, 5 mm de diamètres
- Pinces métalliques ou isolants en caoutchouc
- Balance analytique (précis au mg)
- Dessicateur

Mode Opérateur

1. Etiqueter les creusets en aluminium.
2. Placer les creusets propres dans l'étuve (105°C) pendant une heure. Les transférer dans un dessicateur et laisser refroidir. Eviter l'absorption d'humidité, les peser rapidement sur la balance analytique en se servant des pinces métalliques ou un isolant en caoutchouc (P₁).
3. Puis introduire dans le creuset 1,5-2,0 g d'échantillon finement broyé (maille de 0,9 mm de diamètre). Noter le poids de creuset et l'échantillon (P₂).
4. Placer dans l'étuve (105°C) pendant une nuit (18-24 heures).
5. Enlever les creusets et les placer dans un dessicateur et laisser refroidir.
6. Les sortir de dessicateur et peser rapidement (P₃).

Calcul

$$\% \text{ humidité} = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1}$$

P₁ = Poids de creuset

P₂ = Poids de creuset et l'échantillon avant sechage (g)

P₃ = Poids de creuset et l'échantillon après sechage (g)

Référence

Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists. 1984. 14th ed.

DATE _____ LABORANTIN(E) _____

DETERMINATION D'HUMIDITE

ECHANTILLON	POIDS	POIDS CREUSET	POIDS CREUSET ET ECHANTILLON	POIDS APRES SECHAGE	%H ₂ O
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

FIGURE 13

DETERMINATION DE CENDRE

La cendre est le résidu inorganique de l'incinération de la matière organique. Cette méthode est utile pour:

1. Préparer des échantillons pour l'analyse des éléments minéraux.
2. Déterminer le pourcentage de son à l'endosperme dans des variétés de graines sélectionnées puisque le contenu minéral du son est environ 20 fois celui de l'endosperme.
3. Indiquer la perfection de la séparation du son du reste des grains pendant le décorticage mécanique ou manuel.
4. Calculer le pourcentage de la matière organique.

Matériel

- Four (600°C)
- Creusets en porcelaine
- Pinces métalliques
- Balance analytique (précision 0,0001 g)
- Dessiccateur (avec le dessiccant de magnesium perchlorate)
- Broyeur

Mode Opérateur

1. Etiqueter les creusets.
2. Placer les creusets propres dans l'étuve (600°C) pendant une heure. Transférer dans un dessiccateur et laisser refroidir. Eviter l'absorption de l'humidité, peser rapidement. Tenir les creusets avec les pinces métalliques.
3. Puis introduire dans le creuset 3,0-5,0 g d'échantillon finement broyé (maille de 0,9 mm de diamètre).
4. Transférer l'échantillon à l'étuve (600°C) pendant une nuit (18-24 heures).
5. Transférer le creuset dans un dessiccateur et laisser refroidir. Une fois refroidi, peser rapidement le creuset en vue d'éviter l'absorption de l'humidité.

Calcul

$$\% \text{ cendre} = \frac{\begin{array}{cc} \text{Poids de creuset} & \text{Poids de creuset} \\ 100 - \text{et l'échantillon} & - \text{et l'échantillon} \times 100 \\ \text{avant incinération} & \text{après incinération} \end{array}}{\text{prise essai (g)}}$$

Pour rapporter le pourcentage de cendre à la teneur en eau désirée, utiliser la formule en Annexe A.

Références

Pomeranz, Y., C. Meloan. 1978. Food Analysis: Theory and Practice
(rev. ed.) AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conn. p. 552.

Official Methods of Analysis of the Association of Official
Agricultural Chemists. 1965. 10th Ed. Published by the
Association of Official Agricultural Chemists, P.O. Box 540,
Benjamin Franklin Station, Washington D.C.

AC-3

DATE _____ LABORANTIN(E) _____

DETERMINATION DE CENDRE

ECHANTILLON	PRISE ESSAI	POIDS CREUSET	POIDS CREUSET ET ECHANTILLON AVANT 600°C	POIDS APRES 600°C	ZC
1					
2					
3					
4					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

FIGURE 14

DETERMINATION DE LA TENEUR EN HUILE (MATIERE GRASSE)

Cette méthode est utilisée pour extraire la graisse des échantillons utilisés pour les analyses où interviennent les matières grasses solubles ou comme méthode pour déterminer par la gravimétrie la teneur en huile d'un échantillon.

Matériel

- Broyeur Salton Quick ou Moulin UDY Cyclone
- Cartouche d'extraction
- Extracteur Soxhlet
- Réfrigérateur à boules
- Ballon col rodé
- Evaporateur rotatif
- Etuve
- Balance analytique
- Dessiccateur

Réactifs

- Hexane (point d'ébullition 69°C) ou éther de pétrole (point d'ébullition 35-60°C)

Mode Opérateur

1. Pulvériser l'échantillon pour passer à travers un tamis de 0,4 mm de maille. Si un four à vide (vacuum oven) est disponible, porter l'échantillon pulvérisé à 95-100°C sous pression pas en excès de 100 mm Hg pendant 5 heures.
2. Broyer l'échantillon dans le moulinex. Placer 5-10 g de la mouture dans la cartouche.
3. Boucher la cartouche avec du coton dégraissé ou laine de verre dégraissée.
4. Introduire la cartouche dans l'extracteur Soxhlet.
5. Tater à 1 mg près un ballon préalablement séché à une température usure à 103°C et refroidie au moins une heure dans le dessiccateur.
6. Verser dans le ballon vers 175 ml de solvant (hexane ou éther de pétrole).
7. Adapter le ballon à l'extracteur Soxhlet sur la rampe de chauffage.
8. Adapter le réfrigérant à l'extracteur.
9. Ouvrir le système de réfrigérant du réfrigérateur (robinet d'eau).
10. Ajuster le chauffage jusque le solvant bout modérément.
11. Après une extraction de 18-24 heures, laisser refroidir.

Pour l'arachide: Pulvériser et sécher l'arachide après 4 heures d'extraction, puis enlever la cartouche et la placer à l'air libre afin d'expulser la majeure partie du solvant qui l'imprègne. Vider la cartouche dans un microbroyeur. Triturer le plus finement

possible. Replacer le mélange quantitativement dans la cartouche. Procéder à une deuxième extraction de 12-20 heures. Laisser refroidir.

12. Recueillir tout le distillat dans le ballon.
13. Chasser à l'évaporateur rotatif, la majeure partie du solvant du ballon.
14. Expulser les dernières traces du solvant en chauffant le ballon dans une étuve réglée à 103°C.
15. Refroidir le ballon dans le dessiccateur.
16. Peser le ballon.
17. Remettre le ballon à l'étuve pendant 10-15 minutes.
18. Peser le ballon. La différence de ces deux pesées doit être de 10 mg. A défaut, étuver à nouveau pendant 10 minutes jusqu'à ce que la différence au plus égale à 10 mg. Retenir la dernière pesée.

Calcul

$$\% \text{ huile} = \frac{P_1 - P_0}{\text{prise essai}} \times 100$$

P_1 = poids ballon + huile (dernière pesée)

P_0 = poids ballon vide.

Pour rapporter le pourcentage d'huile à la teneur d'eau désirée, utiliser la formule en Annexe A.

Référence

Guiragossian, V.Y., Scoyoc, S.W. and Axtell, J.O. Chemical and Biological Methods for Grain and Forage Sorghum. Department of Agronomy, Purdue University, West Lafayette IN 47907.

DATE: _____ LABORANTIN(E) _____

DETERMINATION DE MATIERE GRASSE

ECHANTILLON	POIDS	N° BALLON	POIDS DE BALLON VIDE	POIDS DE BALLON + HUILE	POIDS HUILE	% MATIERE GRASSE
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

FIGURE 13

52

DETERMINATION DU TESTA PAR LE TEST A L'EAU DE JAVEL

Parce que les tannins sont localisés d'une manière prédominante dans la péricarpe et couche testa pigmentée, les sorghos à péricarpes marrons ou rouges qui contiennent une testa sont le plus souvent des sorgho contenant beaucoup de tannins. La procédure suivante détermine facilement la présence d'une couche testa. La sélection des plantes sans testa doit mener au développement de populations faibles en tannins.

Matériel

- Bain marie (60-70°C)
- Tube à essais (16 x 150 mm)
- Porte-tubes à essais
- Erlen (125 ml)
- Eprouvette (100 ml)
- Spatule
- Agitateur magnétique
- Barreau magnétique
- Balance
- Pipette (10 ml)
- Agitateur vortex
- Tamis

Réactifs

- Eau de javel (6% NaOCl en poids)
- Hydroxide de potassium (KOH)

Solution de KOH/Javel

Préparer une solution avec 1 g KOH/5 ml javel ou pour 10 échantillons à analyser: prendre 100 ml d'eau de javel dans un erlen (125 ml). Ajouter un barreau magnétique et le placer sur l'agitateur magnétique. Ajouter lentement, 10 g de KOH en pastilles et laisser dissoudre.

Mode Opératoire

1. Allumer le bain marie et régler entre 60 et 70°C.
2. Placer les tubes à essai dans un porte-tubes et étiqueter un tube pour chaque échantillon.
3. Prendre dans chaque tube, 50 grains sans glume pour l'analyse.
4. Mettre dans chaque tube, 10 ml de solution de KOH/javel.
5. Placer le porte-tubes avec tubes à essai au bain marie (60-70°C) pendant 15 minutes.
6. Après 15 minutes, laver chaque échantillon dans un tamis sous le robinet.
7. Placer les grains lavés sur un papier filtre portant le numéro du tube ou la référence de la variété.

8. Observer les grains lavés. Les grains avec testa prennent une coloration à prédominance brune. Les grains sans testa ont la même couleur que l'endosperme (blanche ou jaune).
9. Mettre sur la fiche d'analyse les signes (+) lorsqu'il y a présence du testa et le signe (-) lorsqu'il y a absence du testa en face de chaque variété.

Référence

Guiragossian, V.Y., Scoyoc, S.W. and Axtell, J.D. 1977. Chemical and Biological Methods for Grain and Forage Sorghum. Department of Agronomy, Purdue University, West Lafayette IN 47907.

AC-5

DATE: _____ LABORANTIN(E) _____

TEST A L'EAU DE JAVEL - DETERMINATION DU TESTA

ECHANTILLON	TUBE	TESTA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

FIGURE 16

ANALYSE DU TANNIN - METHODE RAPIDE

Cette méthode d'analyse du tannin fournit une estimation rapide et commode à l'oeil de la quantité de tannin qui se trouve dans le grain de sorgho sans l'utilisation d'instruments et avec un minimum de verrerie. Elle est basée sur la réduction de l'ion ferrique en ion ferreux, des tannins et autres polyphénols suivis par la formation d'un complexe ferricyanide-ferreux. Le produit coloré (connu communément sous le nom de Bleu de Prusse) absorbe au maximum à 720 nm. La méthode du Bleu de Prusse mesure non-seulement les tannins, mais aussi tous les phénols présents. Cependant la méthode s'est avérée utile car pour du sorgho à forte teneur en tannin, tous les phénols sont des tannins. A cause de la simplicité et de la rapidité de ce test, il peut être utilisé pour une sélection rapide sur un grand nombre d'échantillons.

Matériel

- Erlen (250 ml)
- Eprouvette (250 ml)
- Pipete (10 ml)
- Cuillère (2 ml, approximativement 0,7 g)
- Fioles (1000 ml)
- Papier filtre
- Entonnoir
- Flacon (1000 ml)

Réactifs

- Fe Cl₃ (0,1 M)

Dissoudre 28,96 g FeCl₃ hydraté ou 16,2 g de FeCl₃ anhydre dans une fiole d'un litre avec l'eau distillée. Compléter à volume avec HCl (0,1 N). Filtrer par gravité trois fois sur le papier filtre pour éliminer les particules non-dissoutes. La solution est jaune.

- HCl (0,1M)

Placer 8,3 ml de HCl concentré dans une fiole d'un litre. Compléter à volume avec l'eau distillée.

- Fe Cl₃ (0,008 M)

Placer 20 ml de solution FeCl₃ (0,1 M) dans une fiole de 250 ml. Compléter à volume avec l'eau distillée.

- $K_3(CN)_6$ (0,1 M)

Dissoudre 32,9 g de $K_3Fe(CN)_6$ dans une fiole d'un litre avec de l'eau distillée. Compléter à volume avec l'eau distillée.

- $K_3Fe(CN)_6$ (0,004 M)

Placer 4 ml de solution $K_3Fe(CN)_6$ (0,1 M) dans une fiole d'un litre. Compléter à volume avec de l'eau distillée.

Mode Opératoire

1. Prélever à l'aide d'une cuillère le sorgho finement pulvérisé à mesure de 2 ml (approximativement 0,7 g). Nivelier en évitant de tasser et placer l'échantillon dans une fiole de 250 ml. Si tous les échantillons comprenant les variétés à faible teneur en tannin ont une coloration trop sombre, diviser l'échantillon en deux et recommencer l'opération.
2. Ajouter 200 ml de solution $K_3Fe(CN)_6$ (0,004 m) et agiter.
3. Ajouter 10 ml de solution $FeCl_3$ (0,008 m). Agiter et observer le changement de couleur de la solution.
4. Classer les échantillons dans les groupes suivants:

COULEUR	GROUP	QUANTITE DU TANNIN	SOLUBILITE DU TANNIN DANS L'EAU	VALEUR NUTRITIVE RELATIVE
Jaune	I	Absence du tannin	Non-soluble	Grand
Vert léger	I	Faible	Non-soluble	Grand
Vert foncé	III	Moyenne	Soluble	Petit
Bleu foncé	III	Grande	Soluble	Plus petit

5. Il faut utiliser le test du testa pour la détermination de sa présence ou non.

6. Utiliser un standard pour vérifier les résultats.

Standard Echantillon	Couleur	Groupe
BR 64	Bleu foncé	III
1/2 MSB	Vert léger	I
ISO 469	Jaune	I

Référence

Price, M.L. and L.G. Butler. 1977. Rapid Visual Estimation and Spectrophotometric Determination of Tannin Content of Sorghum Grain. J. Agric. Food Chem. Department of Biochemistry, Purdue University, West Lafayette, Indiana 47907.

AC-6

DATE: _____ LABORANTIN(E) _____

ANALYSE DU TANNIN - RAPIDE

ECHANTILLON	COULEUR	PRESENCE DU TESTA	GROUPE	VALEUR NUTRITIVE RELATIVE
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

FIGURE 17

ANALYSE DU TANNIN (METHODE VANILLINE - HCl)

Les tannins sont des composés polyphénoliques du sorgho qui par complexation avec les protéines du grain en réduisent la qualité nutritive. Tout en réduisant la qualité nutritive, ils peuvent causer un goût astringent qui affecte la saveur. Les tannins se rencontrent en prédominance dans la péricarpe et la couche de testa pigmentée de sorte que les sorghos possédant une péricarpe marron ou rouge et un testa ont une haute teneur en tannins.

La procédure de vanilline-HCl de Burns est basée sur l'addition d'acide catalysée par le réactif vanilline avec les flavanols et leurs polymères, ainsi qu'avec d'autres composés polyphénoliques comme les dihydrochalcones et les flavanones. Ces réactions peuvent être mises en évidence par le changement de couleur, avec une absorbance maximale à 500 nm.

Dans les sorghos un certain nombre de composés autres que les tannins condensés peuvent donner une réaction positive à la vanilline. De plus tous les tannins ne peuvent pas être extraits et testés. Ainsi la détermination de teneurs absolues de tannins condensés n'est pas possible. Cette méthode peut être utilisée pour la détermination de la teneur relative des tannins dans les grains de sorgho, et les résultats ont une forte corrélation avec la valeur nutritive.

Matériel

- 5 Erlen (50 ml)
- Erlen (250 ml)
- Bouchons pour erlens
- 7 fioles (100 ml)
- 3 pipettes volumétriques (5, 10, 50 ml)
- 2 pipettes volumétriques (25 ml)
- Tube à essais
- Porte-tubes
- Papier paraffine
- Spectrophotomètre (500 nm)
- Balance
- Agitateur horizontal (va et vient)

Réactifs

- Vanilline
- (+) catéchine
- Méthanol
- HCl (12N, d = 1.10)

- Vanilline/HCl solution (standards et échantillons)

Préparer le mélange immédiatement avant l'emploi:

1 partie de HCl concentrant 8% dans le méthanol (Vol/Vol)

1 partie de vanilline 4% dans le méthanol (Poids/Volume)

Pour préparer une solution pour 5 solutions standards, un blanc, et 5 échantillons: pipeter 8 ml de HCl concentré dans une fiole de 100 ml et compléter jusqu'à volume avec méthanol. Dans un autre fiole de 100 ml, dissoudre 2 g de vanilline dans 100 ml de méthanol. Ne pas utiliser lorsqu'une trace de couleur rouge paraît.

- Méthanol/HCl solution (blanc)

Comme l'extrait au méthanol obtenu à partir de l'échantillon de sorgho et les solutions standards sont colorés même avant l'addition de vanilline, un blanc contenant la solution à tester et les réactifs sans vanilline doit être évalué pour chaque variété de sorgho et la solution standard. Ceci pour s'assurer que le pourcent transmission reflète seulement la couleur due au complexe vanilline-tannin. Pour préparer le "blanc", pipeter 4 ml de HCl concentré dans une fiole de 100 ml et compléter avec du méthanol.

- Les Solutions Standards

Préparer dans une fiole de 200 ml une solution de 200 mg de catéchine dans 200 ml de méthanol. Etiqueter 1.00 mg/ml sur la fiole. Pour la préparation de 5 solutions standards, mettre 5, 10, 25, et 50 ml de la solution catéchine (1 mg/ml) dans chaque fiole de 100 ml. Compléter à volume avec méthanol. Etiqueter les fioles 0,05, 0,10, 0,25, et 0,50 mg/ml respectivement. Les 5 solutions standards sont:

0,05 mg/ml

0,10 mg/ml

0,25 mg/ml

0,50 mg/ml

1,00 mg/ml

Les 5 solutions standards peuvent être conservées pendant plusieurs mois dans un frigidaire.

Mode Opératoire

1. Prendre 0,5 g± mg de farine passant à travers un tamis de 0,40 mm dans un erlen (50 ml).
2. Ajouter 25 ml de méthanol avec une pipette volumétrique et boucher.
3. Transférer à l'agitateur horizontal (va et vient) et agiter pendant 15 minutes à la température ambiante.
4. Etiqueter 2 tubes pour chaque échantillon, 2 tubes pour chaque solution standard, et un tube du blanc pour chaque variété de sorgho et chaque solution standard.
5. Allumer le spectrophotomètre une heure avant l'utilisation, le régler à 500 nm. Après une heure, ajouter la buton de gain jusque de l'appareil lit pour ajuster le pourcentage de transmission à zero.
6. Après 15 minutes, ajouter 1 ml de chaque solution standard dans le tube de standard approprié, 1 ml de chaque échantillon dans les deux tubes d'échantillon et 1 ml de chaque variété de sorgho dans

- un tube de blanc. Entre chaque solution de concentration différente, rincer la pipette avec la solution standard devant être utilisée.
7. Pour la lecture, il faut nécessairement deux laborantins parce que la solution doit être lue au spectrophotomètre à 20 minutes exactement. La couleur de la solution change avec le temps.
 8. Ajouter 5 ml de solution de vanilline/HCl dans le tube du blanc et agiter. Utiliser du papier paraffine pour couvrir les tubes. Après une minute, ajouter les 5 ml de "standard" suivant et agiter. Continuer d'ajouter la solution vanilline/HCl à tous les tubes de "standard" et d'échantillon. Pour les "blancs" remplir à intervalles d'une minute avec la solution de méthanol/HCl.
 9. Après 20 minutes le deuxième laboratin doit verser le standard dans la cuvette du spectrophotomètre.
 10. Placer la cuvette dans le spectrophotomètre.
 11. Lire le pourcent transmission à 500 nm.
 12. Continuer de lire le pourcentage de transmissions des autres solutions à intervalle d'une minute.
 13. Rincer la cuve avec la solution de méthanol/HCl entre 2 lectures.

Calcul

1. Pour calculer le pourcentage de transmission soustraire la valeur du "blanc" de celle de l'échantillon. Le pourcentage de transmission peut se convertir en densité optique à partir de la table de conversion (Annexe G) où à partir de la formule suivante:

$$\text{Densité optique} = 2 - \log_{10} T$$

2. Traver la courbe standard en partant en ordonnée la densité optique et en abscisse la concentration des solutions standards exprimée en mg/ml de catéchine (voir figure).
3. Calculer la pente de la courbe standard.
4. Calculer la concentration en catéchine équivalente de chaque échantillon en utilisant la formule suivante:

$$\text{Catéchine équivalente} = \frac{5 \times (\text{moyenne densité optique})}{\text{pente courbe standard}}$$

Références

- Sarkar, S.K. and Howarth, R.E. 1976. Specificity of the Vanillin Test for Flavanols. J. Agric. Food Chem. 24:317.
- Earp, C.F., Akingbala, J.O., Ring, S.H., and Rooney, L.W. 1981. Evaluation of Several Methods to Determine Tannins in Sorghums with Varying Kernel Characteristics. Cereal Chemistry 58(3):234-238.
- Burns, R.E. 1963. Methods of Tannin Analysis for Forage Crop Evaluation. Georgia Ag. Exp. Tech. Bulletin No. 32:1-14.

Guiragossian, V.Y., Scoyoc, S.W. and Axtell, J.D. 1977. Chemical and Biological Methods for Grain and Forage Sorghum. Department of Agronomy, Purdue University, West Lafayette, IN 47907.

AC-7

DATE: _____ LABORANTIN(E) _____

ANALYSE DU TANNIN

PREPARATION D'ECHANTILLON

ECHANTILLON	PRISE ESSAI	POIDS DE FLACON	POIDS DE FLACON + ECHANTIL.
1			
2			
3			
4			
5			

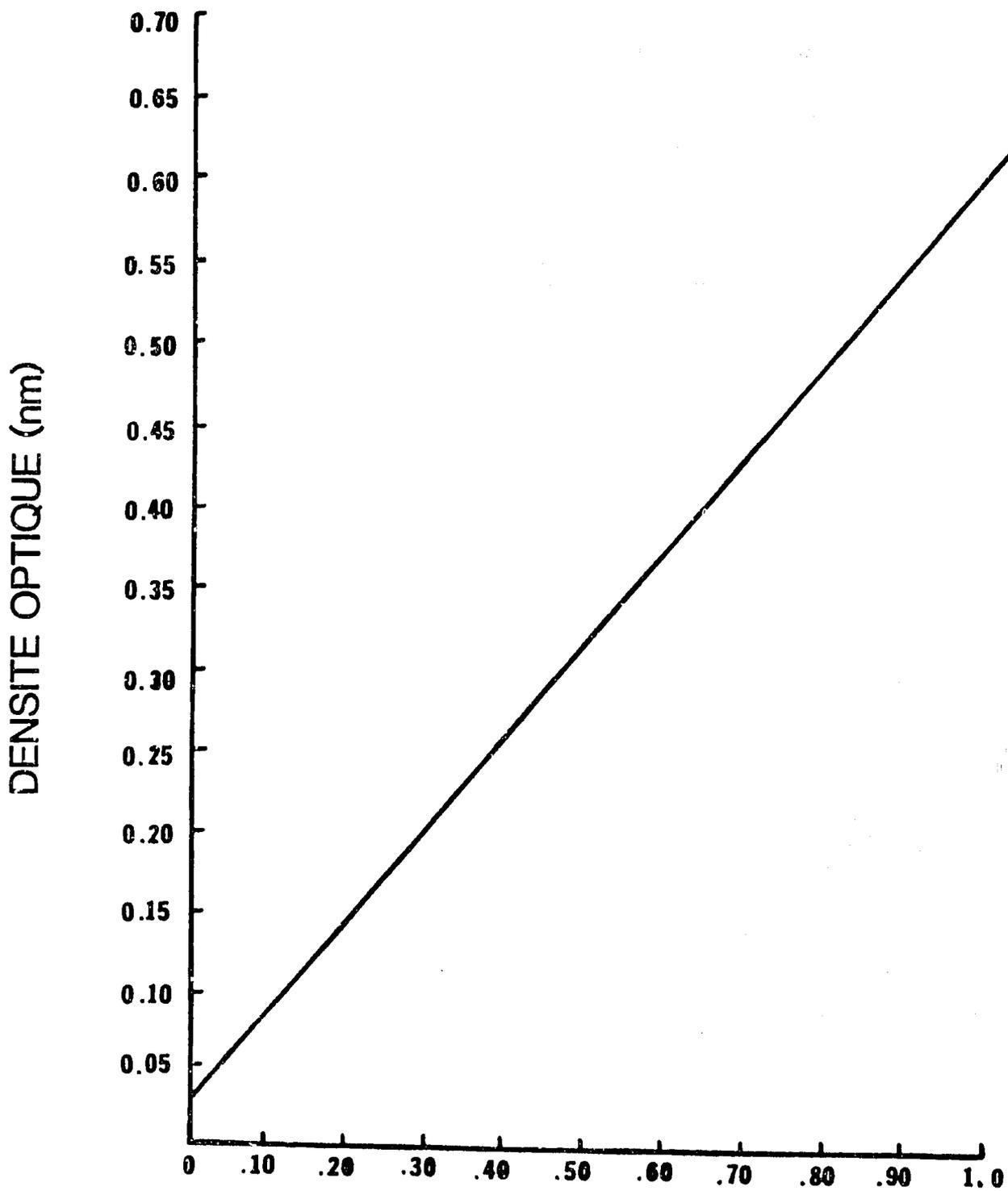
STANDARD

CONCENTRATION DE CATECHINE mg/l	BLANC		ECHANTILLON A		ECHANTILLON B	
	XT	O.D.	XT	O.D.	XT	O.D.
.00						
.05						
.10						
.25						
.50						
1.00						

PENTE DE LA COURBE STANDARD _____

ECHANTILLON	BLANC		TUBE A		TUBE B		LE MOYEN	CATECHINE EQUIVALENT
	XT	O.D.	XT	O.D.	XT	O.D.		
1								
2								
3								
4								
5								

FIGURE 18



LA CONCENTRATION DES SOLUTIONS STANDARDS
(mg/ml de catechine)

FIGURE 19

DETERMINATION DE PHOSPHORE TOTAL

La procédure suivante a pour principe la détermination spectrophotométrique du phosphore. Le molybdate d'ammonium réagit avec le phosphore contenu dans l'échantillon pour former du phosphomolybdate. Ce complexe est ensuite réduit par l'acide ascorbique, l'antimoine servant de catalyseur. Le complexe réduit de phosphomolybdate a une couleur bleu intense. Un pic d'absorption se trouve à 700 nm et il serait meilleur de déterminer l'absorption à cette longueur d'onde. Cependant pour certains spectrophotomètres il est nécessaire d'utiliser un filtre rouge et le tube à photons appropriés pour faire les mesures pour des longueurs d'ondes supérieures à 600 nm. Si tel est le cas, faire la mesure à 500 nm.

Matériel

- Bêchers (125 ml)
- Bêcher (500 ml)
- Fiоле (500 ml)
- Pipette graduée (10, 20, 25 ml)
- Fiоле (250 ml)
- Fiоле (500 ml)
- 2 fioles (1 liter)
- Eprouvettes (50, 200, 500 ml)
- Broyeur
- Etuve
- 6 fioles (100 ml)
- Tubes (150 mm x 23 mm)
- Fiоле (100 ml)
- Fiоле (25 ml)
- Pipette volumétrique (4 ml)
- Balance
- Spectrophotomètre

Réactifs

- Ammonium Molybdate $[(NH_4)_8 MO_7 O_{24}]$

Dans une bêche, dissoudre 6 g d'ammonium molybdate dans 125 ml d'eau distillée.

- Tartrate Double d'Antimoine et de Potassium $(KSbOC_4 H_4 O_8)$

Dissoudre 0,1454 g de tartrate double d'antimoine et de potassium dans 50 ml d'eau distillée.

- Acide Sulfurique (5 N)

Dans une fiole d'un litre, pipeter 74 ml d'acide sulfurique concentré. Ajouter 500 ml d'eau distillée. Laisser refroidir.

- Solution A: Ammonium Molybdate/Tartrate Double d'Antimoine et de Potassium/Acide Sulfurique

Dans une fiole d'un litre, mélanger 125 ml de la solution d'ammonium molybdate, 50 ml de la solution de tartrate double d'antimoine et de potassium et 500 ml d'acide sulfurique. Compléter jusqu'au volume.

- Acide Ascorbique

Dissoudre 1,848 g d'acide ascorbique dans 350 ml de la solution A. Préparer juste au moment de l'utilisation. Ceci est le réactif Murphy-Riley.

- Solution d'Acide Perchlorique/Acide Nitrique

Mélanger 500 ml d'acide nitrique avec 250 ml d'acide perchlorique.

- Les Solutions Standards (KH_2PO_4)

500 ppm. Dissoudre 2,197 g de potassium dihydrogènosphate (KH_2PO_4) dans 300 ml d'eau distillée contenant 10 ml de HCl. La transférer à une fiole d'un litre et compléter jusqu'au volume. Garder dans une bouteille en plastique.

50 ppm. Pipeter 10 ml de la solution de 500 ppm dans une fiole de 100 ml. Compléter à volume.

5 ppm. Pipeter 25 ml de la solution de 50 ppm dans une fiole de 250 ml. Compléter à volume.

Pour préparer les 5 solutions standards, transférer chaque quantité qui suivent dans une fiole de 100 ml et compléter jusqu'au volume avec l'eau distillée.

<u>Concentration (ppm de P)</u>	<u>ml de la solution de 5 ppm dans 100 ml d'eau</u>
0,5	10
0,75	15
1,00	20
1,25	25
1,50	30

Les transférer dans les bouteilles en plastique.

Mode Opérateur

1. Une heure avant utilisation, mettre à marche le spectrophotomètre.

Extraction

2. Broyer l'échantillon jusqu'à l'obtention d'une farine fine.
3. Peser 0,15 g dans un tube sec.
4. Ajouter 6 ml de la solution $\text{HClO}_4/\text{HNO}_3$. Couvrir et laisser reposer toute la nuit.
5. Transférer à une plaque chauffante ($130-140^\circ\text{C}$) pendant 4 heures jusqu'à l'obtention d'un volume égal à 0,5 ml.

Décoloration

6. Ajouter 20 ml d'eau distillée et transférer la solution à une fiole de 100 ml. Compléter jusqu'au volume de l'eau distillée.
7. Avec une pipette volumétrique, transférer 2 ml de cette solution à une fiole de 25 ml. Ajouter 10 ml d'eau distillée.
8. Avec une pipette volumétrique, ajouter 4 ml du réactif Murphy-Riley. Bien mélanger.
9. Laisser pendant 15 minutes.

Lecture d'absorption

10. Après 15 minutes, verser le blanc dans la cuve et placer la cuve dans le spectrophotomètre.
11. Lire le pourcent transmission à 500 nm. Ajuster la transmission à zéro avec le bouton de "gain".

Noter: La lecture du pourcent transmission est meilleur à 700 nm. Cependant si un filtre rouge et un tube à photons ne sont pas disponibles, faire la lecture à 500 nm.

12. Procéder à la lecture de chaque solution à 500 nm et enregistrer les résultats sur la fiche d'analyse.

Calcul

1. Calculer la densité optique en fonction du pourcentage de transmission ou utiliser la table de conversion. (Annexe)

$$\text{Densité optique} = 2 - \log_{10} T$$

2. Tracer la courbe standard en portant en ordonnée la densité optique et en abscisse la concentration des solutions standards exprimées en ppm de phosphore.
3. Déterminer la concentration de phosphore (ppm) en utilisant la courbe standard.

$$\% P = \frac{[\text{concentration de P (ppm)}] [\text{facteur de dilution}]}{\text{prise essai}}$$

$$\% P = \frac{[\text{concentration de P (ppm)}] [0,05]}{\text{prise essai}}$$

Références

JUO, A.S.R. 1978. Perchloric Acid Digestion of Plant Materials for P, Ca, Mg, Fe, Zn and Other Elements. Selected Methods for Soil and Plant Analysis. International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria.

Methods of Analysis. A.O.A.C.

Murphy, J. and J.P. Riley. 1962. A Modified Single Solution Method for the Determination of Phosphate in Natural Matter. Ann. Chem. Acta, 27:31-36.

DIGESTIBILITE AVEC PEPSINE

La qualité en protéine d'un aliment est souvent définie en terme de composition amino acide ou de sa digestibilité en protéine. La digestibilité en protéine détermine le pourcentage de protéines qui peuvent être absorbées sous la forme d'acides aminés. La pepsine est l'enzyme qui est utilisée dans cette méthode pour simuler les niveaux de digestibilité chez les êtres humains. La méthode développée par Merts, etc. (1984) prend moins de temps et est moins chère que les études précédentes sur l'alimentation des rats et a été un moyen sûr pour montrer les différences de digestibilité entre le sorgho et les autres grains. Elle peut aussi être utilisée pour comparer les niveaux de digestibilité de différentes préparations de sorgho comme l'a fait Johnson (1981) en comparant trois types de pâte trouvés en Afrique de l'Ouest.

Le procédé original a été modifié pour être utilisé dans les pays en développement où l'équipement cher n'est pas disponible. Il est de la plus haute importance que le procédé soit exécuté d'une manière consistante et reproductible.

Matériel

- Tamis (0,4 mm)
- Broyeur
- Broyeur Salton Quick ou Moulin Udy Cyclone
- Bain marie va et vient ou bain marie (37°C)
- Bêcher (400 ml, 1000 ml, 2000 ml)
- Erlen (125 ml)
- Firole (1000 ml)
- Eprouvette (10 ml)
- Plaque agitateur magnétique
- Balance
- pH mètre
- Centrifugeuse réfrigérée ou centrifuge avec les porte-tubes métalliques
- Entonnoir Buchner (43 mm)
- Papier filtre (No. 3 Whatman)
- Pincette métallique

Réactifs

Pepsin (Activité: 1200-2000 unités/mg protéine)

Source recommandée: Sigma Chemical Co., ND P-700.

KH_2PO_4 (0.1 M) pH 2

Peser 13,6 g de potassium dihydrogèno-phosphate (KH_2PO_4) dans une bêche de 1 litre: ajouter environ 750 ml d'eau distillée et dissoudre. Placer les électrodes du pH mètre dans la solution et ajuster le pH jusqu'à 2 avec HCl concentré (10-13 ml). Transférer cette solution à une fiole d'une litre et compléter jusqu'à volume avec l'eau distillée.

Solution de Pepsine KH_2PO_4 /(1,5 mg/ml)

Dans une bêche de 250 ml, verser 80 ml de la solution de KH_2PO_4 . Ajouter 0,15 g de pepsine. Agiter sur une plaque agitateur magnétique pendant trois heures. Transférer la solution dans une fiole de 100 ml et compléter jusqu'à volume avec l'eau distillée. La solution doit être préparée immédiatement avant son utilisation.

Mode Opératoire

1. Prendre 0,200 g de farine passant à travers un tamis 0,4 mm dans un tube centrifuge en polyéthylène de 50 ml. Si on fait l'analyse sur un échantillon non-cuit, il ne faut pas faire la 2^e et 3^e étape.
2. Ajouter 2 ml d'eau distillée et agiter à la main.
3. Placer dans un bain marie bouillant pendant 20 minutes. Enlever les tubes.
4. Ajouter 25 ml de solution de KH_2PO_4 /pepsine à chaque tube. Premièrement, ajouter 15 ml de solution, casser le gâteau avec une baguette et rincer la baguette avec le 10 ml de la solution qui reste.
5. Placer les tubes dans un bain marie va et vient (37°C) pendant deux heures ou placer dans un bain marie (37°C) et agiter à la main chaque 15 minutes pendant 2 heures.
6. Après 2 heures, placer les tubes dans une centrifugeuse réfrigérée (4°C). S'il n'y a pas une centrifugeuse réfrigérée, placer les tubes dans un bain de glace pendant 30 minutes. Refroidir les porte-tubes métalliques de la centrifugeuse dans le bain de glace aussi.
7. Centrifuger les tubes à 4.800 x g pendant 15 minutes.
8. Eliminer le surnageat avec une pipette pasteur.
9. Ajouter 5 ml de la solution tampon (KH_2PO_4) à chaque tube. Casser le culot à l'aide d'une baguette de verre et rincer la baguette avec 5 ml d'eau distillée.
10. Recentrifuger à 4,800 x g pendant 15 minutes.
11. Eliminer le surnageat.
12. Filtrer le résidu sur un papier filtre (Whatman No. 3) à l'aide d'un entonnoir Buchner de 43 mm. Rincer le tube avec les portions de tampon de 2-5 ml sur le papier filtre.
13. Décoller ensemble le filtre et le gâteau à l'aide d'une pincette métallique. Envelopper le gâteau dans le filtre et mettre dans un

matras de digestion. Pour faire cette opération, il faut avoir les mains propres. Secher le matras dans un étuve (100°C).

Digestion

1. Dans un matras sec contenant le papier filtre et gateau, introduire 10 ml de H₂SO₄ concentré de catalyseur. Laisser reposer pendant 30 minutes.
2. Effectuer la digestion, distillation et titration selon procédure Dosage de l'Azote (AC-1) mais ajouter 40 ml de NaOH (10N) avant la distillation au lieu de 15 ml.
3. Faire un blanc contenant papier filtre vide, H₂SO₄ et catalyseur pour chaque serie. Titrer et noter le volume de H₂SO₄ (0,05) utilisé (Vo).

Calcul

Le pourcentage de protéine contenue dans un échantillon après le traitement avec pepsine est la protéine indigestible.

$$\%N \text{ indigestible} = \frac{(V - V_0) \times N \times 14,0 \times 100}{0,200 \times 1,000}$$

$$\%N \text{ digestible} = \frac{(\%N \text{ total de l'échantillon}) - (\%N \text{ indigestible})}{\%N \text{ total de l'échantillon non traité}}$$

$$\%P \text{ digestible} = \%N \text{ digestible} \times 6,25$$

Références

- Mertz, E.T., M.M. Hassen, C. Cains Whittern, A. Kirleis, L. Tu and J. Axtell. 1984. Pepsin digestibility of proteins in sorghum and major cereals. Proc. Nat'l Acad. Sci. U.S.A. 81:1-2.
- Johnson, B.T. 1981. A Nutritional Evaluation of Tô, a Staple African Food, Cooked Using Three Different Processing Methods. M.S. Thesis. Texas A&M University, College Station TX 77843.

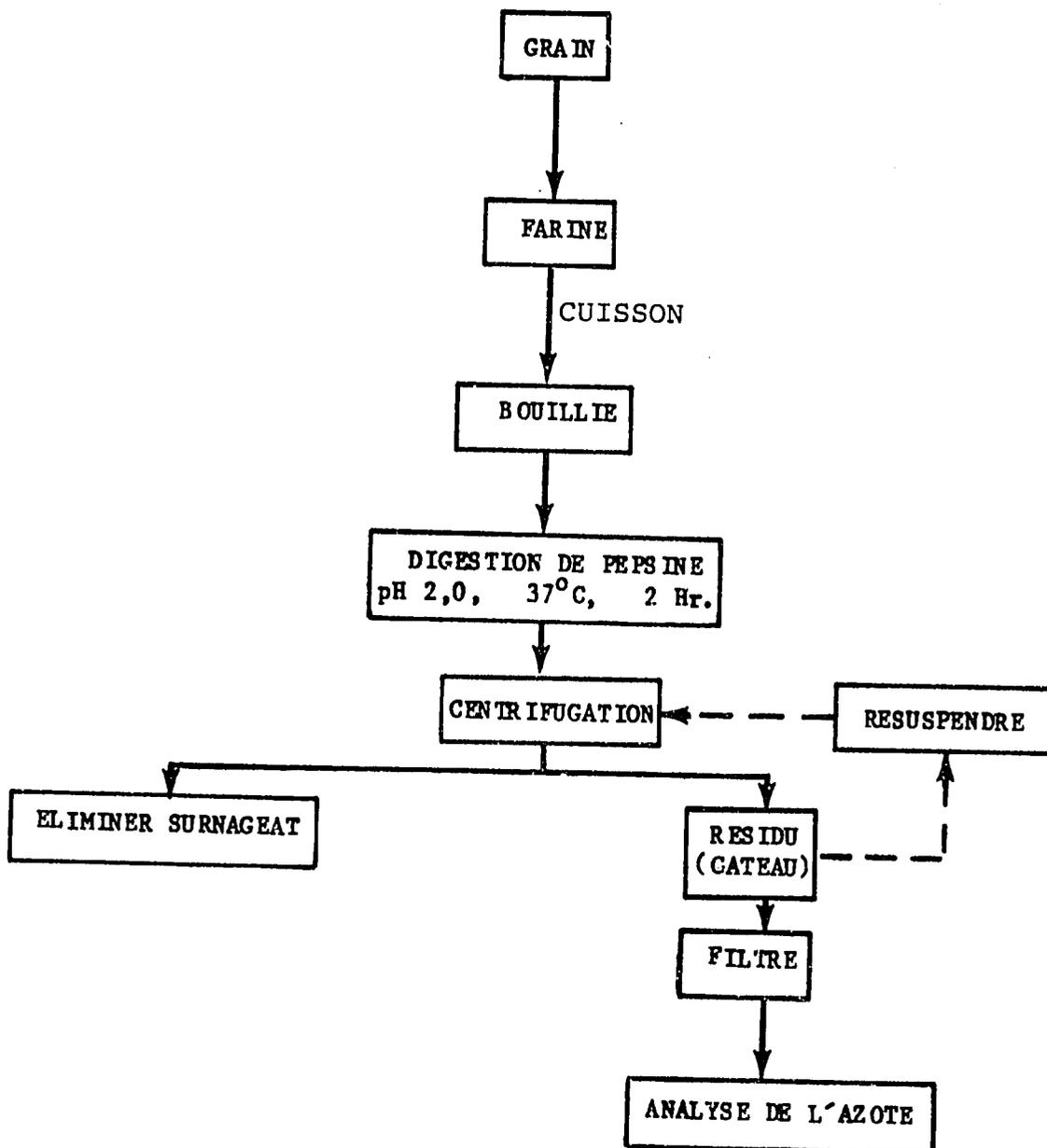
DIGESTIBILITE DE PEPSINE

FIGURE 20

III. METHODES DE LABORATOIRE
C. ANALYSE DE QUALITE ALIMENTAIRE

PROCEDES DE DECORTICAGE EN AFRIQUE DE L'OUEST

La dureté du grain et la facilité du décortilage soit par des méthodes traditionnelles soit par des procédés mécaniques sont des critères de qualité qui influencent directement l'acceptabilité de nouvelles et d'anciennes variétés de sorgho. Puisque les grains de sorgho varient beaucoup dans leur aptitude au décortilage il est préférable de développer, à partir d'un équipement à petite échelle, une méthodologie à utiliser dans le laboratoire pour imiter ces méthodes de décortilage traditionnelles et mécaniques afin de connaître la caractéristique de cette qualité et de préparer un grain qui soit comparable au grain décortiqué traditionnellement pour des préparations d'aliments à petite échelle dans le laboratoire.

Méthodes traditionnelles de décortilage

Les méthodes traditionnelles de décortilage en Afrique de l'Ouest se font avec l'addition d'eau. Le grain est placé dans un mortier en bois à peu près 3/4 mètre, et on y ajoute 20 à 25% d'eau selon la quantité. Ensuite on pile le grain avec un pilon jusqu'à décortication complète (10 à 20 minutes). L'addition d'eau permet à la couche de son d'augmenter de volume et d'être partiellement détachée de l'endosperme pendant que le fait de piler permet une action abrasive nécessaire pour séparer la couche de son de l'endosperme.

Décortiqueuse à l'échelle du village

L'espèce de décortiqueuse mécanique utilisée en Afrique de l'Ouest est la décortiqueuse de "type Engleberg". Son disque métallique de forme cylindrique monté horizontalement avec des lignes horizontales, sépare le son du grain dans un procédé semi-humide de décortilage. La plupart des modèles viennent de Côte d'Ivoire ou de Chine. Des études au Mali ont montré que les niveaux de récupération des grains de ces décortiqueuses étaient similaires à ceux du pilage traditionnel.

Décortiqueuse à Echelle Commerciale

La plupart des méthodes mécaniques pour la décortication du sorgho traitent le grain à sec. Les décortiqueuses de type abrasif qui emploie des pierres de carborundum ou des disques couverts d'émeri semblent être les plus utilisées.

PROCEDURES DE DECORTICAGE EN LABORATOIRE

Pour pouvoir imiter le grain décortiqué localement dans le Laboratoire de Technologie Alimentaire, SRCVO au Mali a utilisé les décortiqueuses à petite échelle. Bien que les responsables de ce Laboratoire aient

trouvé certains appareils utiles pour la préparation du grain pour les mini-tests de préparation alimentaire, seul le PRL est trouvé fiable pour le criblage des variétés de sorgho en ce qui concerne les récupérations de l'endosperme. Pour cette raison, tous les tests en laboratoire pour analyser la caractéristique de cette qualité de grain sont faits sur le PRL ou manuellement avec des lots de 1 kg de grain. Le grain est manuellement pilé dans un mortier par une femme malienne, tamisé pour séparer le grain de la farine, pesé et ajusté à une base de poids sec.

Decortiqueuse PRL

La mini décortiqueuse PRL (Nutana Machine Company) a des disques resinoid montés horizontalement à des intervalles de 3 cm qui enlèvent la péricarpe par un procédé de moulin sec. La machine prend jusqu'à 7 kg de grains mais peut facilement moulin des échantillons aussi petits que 1 ou 2 kg. Le grain entier est placé dans la chambre du disque resinoid et le son est enlevé par l'action rapide des disques qui tournent. Après décorticage du grain on enlève l'échantillon et on e vanne à la main pour séparer le grain de a farine.

Des études au Mali (Haidara et Coulibaly, 1985) ont montré que le temps de mouture de 3 minutes pour un échantillon de 2 kg produit un grain décortiqué qui ressemble au grain décortiqué traditionnellement sur le plan de récupération de grains et acceptabilité de t \hat{o} . L'inconvénient de ce dispositif est qu'il faut utiliser au moins un échantillon de 1 kg.

Moulin UDY Cyclone modifié

Le moulin UDY Cyclone modifié par Shepherd (1979) peut être utilisé sur des échantillons de 5 à 25 g et fonctionne de la manière suivante. On met l'échantillon dans une roue à turbine qui normalement tournera à une grande vitesse cassant l'échantillon en morceaux. Un rhéostat est branché au moulin UDY Cyclone pour ajuster le courant électrique pour que la roue à turbine tourne à une vitesse moins rapide et une action abrasive plutôt qu'une action de cassage est obtenue. On sépare le son et on le jette dans la jante extérieure où il est emporté avec le vent à travers l'écran et est séparé dans le cyclone. Le grain décortiqué est ensuite enlevé de la chambre à décortiquer et est recueilli dans une tasse de recueillement avec un aspirateur. Bien qu'on puisse traiter de petits échantillons sur ce dispositif seul un échantillon à la fois peut être décortiqué et la reproduction n'est pas très bonne.

Tangential dispositif de décorticage abrasif TADD

Le TADD a été dessiné et construit pour simuler aussi bien que possible l'action abrasive produite par les décortiqueuses commerciales de sorgho. Il est composé d'une pierre carborundum ou d'un disque resinoid monté horizontalement sous 5 à 12 tasses d'échantillons.

En marche, 5 à 10 g d'échantillon sont mis dans chaque tasse; on ferme le couvercle et on fait tourner le disque résinoid sous les tasses à 1725 rpm pour le temps indiqué sur le minuteur. Les sons qui sont produits pendant le décortilage sortent sous les tasses et sont balayés de la machine et récupérés dans un sac. Les échantillons décortiqués sont enlevés des tasses avec un aspirateur pour recueillir les échantillons.

Des études faites par Riechert (1981) pour l'utilisation d'un disque résinoid Simonds ont montré que le TADD est nettement plus efficace que la décortiqueuse PRL. Il prévoit qu'en changeant la taille du grès et la structure de la surface abrasive il serait possible de bien imiter les propriétés de n'importe quel type de décortiqueuse à grande échelle.

PROCEDURE DE TEINTURE MAY-GREUNWALD

Ce procédé a été utilisé pour évaluer le degré de décortilage des grains. Pour raison de temps nécessaire pour l'analyse, elle ne pourrait pas être utile pour des évaluations de routine. Cependant elle s'est avérée valable pour la comparaison entre les grains décortiqués mécaniquement et ceux décortiqués manuellement.

Un mélange d'Eosin Y et de bleu de méthylène réagissent sur le péricarpe et l'endosperme du grain pour montrer l'étendue du décortilage. L'endosperme laisse une tache rose et le péricarpe une tache bleue.

Matériel

- 2 Fioles (100 ml)
- 8 Bêchers (200 ml)
- Tamis métallique (une maille de 1 mm)
- Serviettes en papier

Réactifs

- Colorant de bleu de méthylène
- Colorant d'Eosin Y
- Methanol

Préparation de la Solution

- A. Colorant de Bleu de Méthylène
Placer un 1,0 g d'Eosine Y dans une fiole de 100 ml et compléter avec du méthanol.
- B. Colorant Eosine Y
Placer 1,0 g d'Eosine Y dans une autre fiole et compléter avec du méthanol.
- C. Colorant May-Greunwald
Préparer une solution dans le rapport 1:1 en mélangeant en quantités égales les 2 précédentes solutions. Pour préparer une solution stable pour analyse, mélanger 1 partie de la solution 1:1 de colorant avec 3 parties de méthanol. Laisser reposer une nuit, puis décanter. Cette solution peut être stockée au réfrigérateur pour plusieurs semaines.

Mode Opératoire

1. Mettre 100 grains décortiqués dans un tamis métallique qu'on peut plonger dans des vases de 200 ml.
2. Mettre une quantité adéquate des solutions suivantes dans une série de 8 bêchers. Rinser les grains de chaque solution pendant 1 minute chacun.

- a. Eau distillée
- b. solution de tenture
- c. méthanol
- d. méthanol
- e. méthanol
- f. méthanol
- g. méthanol
- h. eau distillée

Eviter toute contamination entre les bâteaux.

3. Sécher les grains avec des serviettes en papier tout en essayant de ne pas retirer la teinture. Une fois que les grains sont secs, la teinture est permanente. Tous les grains cassés sont retirés.
4. Chaque grain teint doit être évalué pour le degré de décortiquage comme une fonction de film adhérent au grain. Les grains sont évalués sur la face ventrale (pour voir le retrait des germes) et la face dorsale (pour voir le retrait du péricarpe). Cette évaluation est quantifiée en classant les grains conformément au tableau ci-dessous et en ajoutant la classification des deux faces.

FACE DORSALE			
CLASSEMENT	COULEUR	DEGRE DE DECORTICAGE	LA COUCHE PLUS A L'EXTERIEUR
1	rose	très bien décortiqué	endosperme
2	blanc mat		aleurone
3	bleu		mésocarpe
4	translucide		intermédiaire
5	blanc non coloré	non décortiqué pour la face dorsale	péricarpe

FACE VENTRALE		
CLASSEMENT	COULEUR	DEGRE DE DECORTICAGE
1	rose	Germe totalement enlevé très bien décortiqué
2	bleu ou vert	Germe moyennement enlevé
3	non coloré	Germe non enlevé, non décortiqué pour la face ventrale

5. Additionner les classements de tous les grains teints et diviser par le nombre de grains pour trouver le classement moyen.

Références

- Kanté, A., Coulibaly S., Scheuring J.F. et Niangado, O. 1984. Les Facilités de Décorticage du Petit Mil en Rélation avec les Caractéristiques du Grains. Présenté au Symposium sur la Transformation Industrielle du Sorgho et des Millets.
- Scheuring J.F. et L.W. Rooney. 1979. A Staining Procedure to Determine the Extent of Bran Removal in Pearled Sorghum. Cereal Chemistry, 56:6, 545-549.

MINI-TEST POUR LE PREPARATION DU TÔ ACIDE ET A pH BASIQUE

On trouve trois (3) genres de pâte en Afrique Occidentale Sud Sahélienne. Au Niger, on prépare une pâte appelée tuwo. La pâte à pH basique est appelée tôle et sa préparation diffère légèrement de celle du tôle acide trouvé au Burkina Faso.

Ce procédé de cuisine à petite échelle était décrit par Da (1982) et Akingbala (1982) et a été utilisé pour tester la solidité, l'adhésivité, la couleur et les propriétés de stockage. Les résultats d'évaluation des consommateurs montrent que la préparation en laboratoire du tôle acide est significativement comparable à celle de la méthode traditionnelle au Burkina Faso en terme de structure, pH, goût et d'acceptabilité. La méthode est relativement simple et utile dans la réduction du temps et de l'effort pour l'obtention d'un tôle de sorgho de qualité.

Matériel

- Moulin UDY Cyclone ou Moulin Salton Quick Grinder
- Moulin UDY Cyclone modifié ou TADD
- Balance
- 2 Bêchers (150 ml)
- Bêcher (250 ml)
- Eprouvette
- Baguette
- Plaque chauffante
- 2 Bêchers (10 ml)

Réactifs

- Jus de citron concentré (Realemon Brand, Borden, Inc., Columbus, Ohio 43215, USA). Il peut être substitué par de l'extrait de tamarin à concentration similaire pour préparation de masse.
- Hydroxide de potassium (KOH)

Mode Opératoire

Préparation de la farine

1. Verser 10 g de farine (échantillon) dans un moulin UDY Cyclone modifié (Shepherd, 1979) ou TADD pour séparer les grains décortiqués du son et la farine fine.
2. Moudre les grains décortiqués dans un moulin UDY Cyclone ou moulin Salton Quick, ou tamiser avec une mèche de 0,40 mm.

Préparation du Tôle acide (pH 4,6)

1. Mélanger 9,5 g de farine, qui a été mesurée sur une base de poids sec avec 20 ml d'eau distillée.

2. Mettre 20 ml d'eau et 1 ml de jus de citron concentré dans un bêcher de 150 ml.
3. Placer le mélange de jus de citron sur une plaque chauffante à température maximum jusqu'à ébullition.
4. Verser la coulée de farine dans la solution bouillante en remuant continuellement.
5. Ajouter 5 ml d'eau dans le bol de farine pour le rincer et verser dans la solution bouillante.
6. Cuire la bouillie pendant cinq minutes puis la verser dans les deux bêchers de 10 ml et les mettre de côté pour des essais.

Préparation du Tô Alkali (pH 8.8)

1. Mélanger 9,5 g de farine, qui a été mesurée sur une balance sèche, avec 20 ml d'eau distillée.
2. Faire dissoudre 45 g de KOH dans un vase de 250 ml contenant 200 ml d'eau distillée (0,07 M).
3. Placer la solution d'alkali sur une plaque chauffante à température maximum jusqu'à ébullition.
4. Verser la bouillie de farine dans la solution bouillante tout en remuant constamment.
5. Ajouter 5 ml d'eau dans le bol de farine et verser dans la solution bouillante.
6. Cuire la bouillie pendant cinq minutes puis la verser dans deux bêchers de 10 ml, les mettre de côté pour des essais.

METHODES POUR EVALUER LA FERMETE ET L'ADHESIVITE DU TO

Solidité du Tô

1. Retirer le tô d'une bêcher de 10 ml et découper en 6 tranches. Ecanter la tranche de dessous et de dessus.
2. Repartir les 4 tranches restantes en 2 groupes (11,0 mm d'épaisseur) de deux chacun.
3. Déterminer la solidité de chaque groupe de tranches de tô à l'aide d'un "pénétrromètre" à précision (Serial N° 11-Y-12; Precision Scientific Company, Chicago, USA) calibrés en divisions de 0,1 mm, et équipée d'un cône de pénétration en miniature de 8,3 g et 3,3 cm de diamètre.
4. Placer l'échantillon de tô sur une surface dure, plane sous le cône.
5. Abaisser le cône jusqu'à ce que le bout touche la surface du tô.
6. Lâcher le cône par le levier et laisser chuter librement dans le tô.
7. Lire la pénétration du cône sur le cadran 10 secondes après la chute du cône.
8. Une valeur supérieure à 8,00 mm est indicative de tô mou. Des valeurs intermédiaires sont comprises entre 7,00 et 8,00 mm, et des valeurs inférieures à 7,00 mm sont indicatives de tô solide.

Adhésivité du Tô

La viscosité du tô est mesurée sur les mêmes tranches du tô utilisées pour déterminer sa fermeté. Cependant, au lieu de deux lots de deux tranches chacun, la viscosité est mesurée sur chaque tranche pour donner quatre répliques pour les quatre tranches de tô. L'appareil utilisé pour mesurer la viscosité est constitué de deux balances, une éprouvette, un "jack" de laboratoire et une cuvette d'eau. Une plaque d'acier est attachée au bas du plateau de gauche avec une tige d'acier. Sur le plateau de droite, on place une cuvette d'eau en aluminium. Pour mesurer la viscosité du tô, l'index de la balance est mis à zéro en additionnant ou retirant l'eau de la cuvette. Une tranche de tô sur un plexiglas est placée sur le "jack" de laboratoire qui est ensuite élevé jusqu'à ce que le tô et la plaque d'acier se touchent. L'établissement d'un bon contact entre le tô et les plaques se fait en tapant légèrement la plaque. L'index, déplacé de zéro par le contact établi, est ramené à zéro en élevant ou baissant le "jack" de laboratoire. Puis l'eau de l'éprouvette est ajoutée dans la cuvette à la vitesse de 14 ml/minute, ce qui entraîne le déplacement de l'index dont la déviation est suivie sur une balance jusqu'à ce que le poids de l'eau coupe le contact entre le tô et les plaques. La position de l'index juste avant la séparation de la plaque et du tô est enregistrée comme la viscosité du tô. La plaque métallique est nettoyée avec un chiffon humide puis séchée après chaque mesure. Un tô qui n'est pas visqueux entraîne une déflexion de moins de 3,0, un tô moyen dévie l'index de 3,0 à moins de 4,0 et du tô très visqueux le dévie à plus de 4,0. La méthode étant subjective, il y a lieu de faire très attention pour la standardizer.

Références

- Da, S. 1982. The Relationship of Tô Food Quality to Plant Color and Agronomic Characteristics in Sorghum Bicolor (L.) Moench. Ph.D. Dissertation, Texas A&M University, College Station TX 77843.
- Akingbala, J.O. 1982. Effects of Physiochemical Properties of Sorghum Starch and Endosperm on the Quality of Traditional African Food. Ph.D. Dissertation, Texas A&M University, College Station TX 77843.
- Shepherd, A.D. 1979. Laboratory Abrasive Decorticating Mill for Small Grains. Cereal Chemistry 56:517-519.

DETERMINATION DE LA COULEUR ET QUALITE DE
CONSERVATION DU TO

Maintenir la qualité du tô a été reconnu comme un important paramètre pour la qualité par le Laboratoire de Technologie des Aliments au Mali. Sa qualité de conservation est synonyme de stabilité de gel et, une bouillie épaisse avec du gel instable suintera de l'eau et deviendra une purée avec un temps d'emmagasinage croissant. La stabilité du gel est une propriété physique qui est propre à chaque type de farine et qui peut être mesurée sans préparer une grande quantité de bouillie qui prendra un minimum d'un kg de grain. La méthode à petite échelle suivante a été développée pour être utilisée avec le tô de alcali au Mali et a réussi en prévoyant les caractéristiques de qualité de conservation de variétés locales et étrangères.

Matériel

- Moulin UDY Cyclone ou Moulin Salton Quick
- Bêcher (200 ml)
- Bain marie (100°C)
- pH mètre
- Thermomètre
- Bol métallique
- Baguette pour remuer

Mode Opérateur

Préparation

1. Moudre 20 g de grain entier dans un moulin UDY Cyclone ou dans un moulin Salton Quick et tamiser avec un tamis de 0,40 mm.
2. Mélanger la farine avec 100-125 ml (selon la texture des grains) d'eau chaude dans un bêcher de 200 ml.
3. Placer le bêcher dans un bain d'eau bouillante avec le niveau d'eau à environ 5 cm.
4. Introduire une électrode du pH mètre pour contrôler le pH.
5. Ajuster le tô au pH désiré en y ajoutant du NaOH (1 pastille pour 250 ml d'eau).
6. Le tô est remuée pendant 20 minutes jusqu'à ce qu'il devienne très consistant.
7. Après la cuisson, le tô est enlevée du bêcher et mise dans un petit bol métallique. A ce moment-là la couleur du tô pourra être déterminée. Le bol est recouvert d'un morceau de papier et reste ainsi toute la nuit.

La détermination de la couleur

8. Presser une petite quantité de tô entre 2 feuilles de verre et les placer sur une surface opaque pour que la lumière ne brille pas à travers le tô. Déterminer la couleur du tô à l'aide du Munsell Soil Charts.
9. Le lendemain matin le tô est renversé et on détermine sa solidité à l'aide d'une échelle de 1 à 5. 1 est le plus solide et 5 est comme du gruau. Un score de 3 ou de moins de 3 indique une qualité acceptable de conservation.
 1. très consistant (solide)
 2. consistant (encore solide mais collant sur les bords)
 3. intermédiaire (pas solide mais le gel garde la forme)
 4. mou (le gel ne garde pas la forme)
 5. très mou (comme du gruau)

NB: Une variation dans les températures de conservation du tô peut affecter les résultats de la qualité de conservation. Pour cette raison des mesures doivent être prises pour garder les températures de conservation de nuit à une moyenne générale pendant la saison froide. Le Laboratoire de Technologie Alimentaire du Mali a construit une boîte métallique bien aérée pour garder les échantillons pendant la nuit. La température est contrôlée par des lampes de kérosène placées dans la boîte.

Références

- Sidibé, S. 1980. Acceptabilité culinaire comme un des critères de sélection des sorghos au Mali. Thèse. Institut Polytechnique Rural, Katibougou, Mali.
- Scheuring, J. From Tô to Timbuctu: Cereal Quality Work by ICRISAT in West Africa. Report submitted to the Joint Meeting of the UNDP/CIMMYT/ICRISAT Policy Advisory Committee. Patancheru, India, 14-18 October 1980.
- Munsell Soil Charts. 1975. Evanston, IL, USA: Soil Test, Inc.

TEST DE L'ETALEMENT DU GEL

Ce test pour la consistance du gel s'est révélé satisfaisant dans la prévision des caractéristiques qualitatives de certains aliments. Une étude par Murty et House (1980) a montré que la grosseur du grain et la rugosité de la farine étaient négativement mises en corrélation avec l'étalement du gel. On a associé le tableau d'évaluation d'ugali, une bouillie épaisse de l'Afrique de l'Est et du Sud, aux résultats de l'étalement du gel.

Matériel

- Moulin
- Boîte de petri (20 mm x 5 mm)
- Bêcher (200 ml)
- Bêcher (500 ml)
- Huile végétale
- Plaque de verre
- Règle
- Réfrigérateur (10°C)

Mode Opérateur

1. Préparer les boîtes de petri en étalant une goutte d'huile dans chaque boîte.
2. Moudre des échantillons de sorgho jusqu'à l'obtention de farine fine. Il faut utiliser de la farine consistante et rugueuse pour tous les échantillons.
3. Ajouter 10 g de farine fraîchement moulue dans 70 ml d'eau de robinet. Mélanger pour obtenir une coulée.
4. Ajouter cette coulée à 140 ml d'eau bouillante et faire cuire environ 10 minutes.
5. Lorsqu'il n'y a plus de bulles et de mousse, verser la bouillie dans une boîte petri.
6. Mettre au réfrigérateur (10°C) pendant 3 heures.
7. Après 3 heures, transvaser le gel dans un plat lisse en retournant le boîte de petri.
8. Après 5 minutes, mesurer le diamètre du gel en mm.

ETALEMENT DU GEL = PROFONDEUR DU DIAMETRE DU GEL (mm).

Références

- Murthy, D.S. and House, L.R. 1980. Sorghum Food Quality: Its Assessments and Improvement. Report submitted to the Joint Meeting of the UNDP/CIMMYT/ICRISAT Policy Advisory Committee. Patancheru, India, 14-18 October 1980.
- Murthy, D.S., H.D. and L. R. House. 1981. "Cultivar Differences for Gel Consistency in Sorghum". p. 289-293. In International Symposium on Sorghum Grain Quality. ICRISAT Center, Patancheru, India, 28-31 October 1981.

MINI-TEST POUR LE PREPARATION DU COUSCOUS

Des études faites au Mali ont montré que le plus important critère de qualité du couscous malien est le rendement du produit final comparé la farine originale. Cette préparation à petite échelle du couscous a été utilisée au Mali pour découvrir les grandes différences de variétés dans le rendement du couscous.

Matériel

- Moulin Salton Quick Grinder ou Moulin UDY Cyclone Mill
- Balance
- Bêcher (100 ml)
- Cylindre gradué (20 ml)
- Chiffon
- Appareil à vapeur: petit bol perforé
petit pot
- Plaque chauffante
- Cuiller

Mode Opératoire

1. Moudre 20 g de grains dans un Moulin Quick Salton Grinder ou UDY Cyclone Mill à tamiser avec une mèche de 0,40 mm.
2. Dans un bêcher, mélanger la farine du grain entier avec environ 12 ml d'eau, jusqu'à ce qu'elle soit uniformément mouillée. Cette quantité d'eau dépend de la texture de l'endosperme du grain.
3. Mettre la farine dans une serviette en coton et la placer dans un petit bol perforé au-dessus d'une petite marmite d'eau bouillante. S'assurer qu'il n'y a plus de farine dans le bêcher.
4. Couvrir le bol perforé pendant 3 minutes.
5. Retirer le bol perforé et répartir la farine chauffée à la vapeur en petites parts, avec une cuiller.
6. Continuer à cuire la farine à la vapeur pendant 2 minutes encore.
7. Après 2 minutes, retirer la farine et la répartir à nouveau.
8. Répandre la farine avec 20 ml d'eau et remuer pour obtenir une humidité uniforme.
9. Cuire à nouveau la farine à la vapeur pour 2 minutes.
10. Retirer la farine et la peser immédiatement.

Référence

- S. Sidibé, M. Diarra et J.F. Scheuring. 1981. "Sorghum Couscous: Quality Considerations." pp. 110-112. In International Symposium on Sorghum Grain Quality, ICRISAT Center, Patancheru, India, 28-31 October 1981.

VARIATION DE SITES ET DE SAISON

A cause de la grande influence des conditions de l'environnement sur le développement du grain de sorgho, les tris de variétés pour la qualité de l'aliment doivent être faits sur des terres où les grains ont été cultivés sous une variété de conditions pour les terres. Il est non seulement important que des études d'évaluation sur la qualité de la nourriture soient faites sur différents sites mais que le grain soit obtenu de ces régions avec conditions climatiques sous lesquelles le grain est cultivé.

Pendant les Essais Internationaux de la Qualité des Aliments de Sorgho, 1979-1981, 25 variétés de sorgho cultivées sur une période de trois ans ont été envoyées du centre ICRISAT d'Inde au Mali pour tester les caractéristiques de qualité de l'aliment. Le grain était propre et bon cependant il y avait des indications, de variation selon les années. Certaines variétés avait une mauvaise qualité une année et une excellent qualité l'autre année. Les contrastes étaient très marqués pour plusieurs variétés de qualité de conservation.

Des études au Mali ont montré que les altérations et les dommages causés par les insectes de la variété "Headbug" affectent la qualité de conservation du tô à base d'alcali. Dans le cas d'altération la rapidité et l'étendue de la condition sont augmentées par une basse fertilité et une sécheresse post-florale. Le grain altéré est habituellement mou et farineux et fait perdre au tô à base de sorgho local leur stabilité en gel due à l'altération mais les effets ne sont pas aussi prononcés. Des Etudes sur la Tolérance des Insectes de la variété "Headbug" au Mali ont montré que les grains endommagés par l'Eurystylus sp. produisait aussi un grain et en même temps un tô d'une qualité de conservation inacceptable. Dans tous les cas les couleurs finales du tô font à partir grain endommagé par les insectes sont plus sombres que celles du grain qui n'a pas été endommagé.

Références

ICRISAT/Mali Annual Report. 1985.

Scheuring, J.F., Sidibé, S. and Kanté A. 1981. Sorghum Alkali Tô: Quality Considerations. In Proceedings from the International Symposium on Sorghum Grain Quality. ICRISAT Center, Patancheru, India, 28-31 October 1981.

ANNEXES

ANNEXE A

LE REGLAGE DES VALEURS ANALYTIQUES
A L'HUMIDITE DE BASE DESIREE

Pour régler les valeurs analytiques à une humidité de base désirée, employer la formule qui suit:

$$\frac{100 \text{ de l'humidité de base désirée}}{100 - \% \text{ humidité "actuelle"}} \times \text{valeur analytique pour l'humidité de base "actuelle"} = \text{valeur à l'humidité de base désirée}$$

"Actuelle" se réfère à l'échantillon au moment où il est prélevé.

Exemple du Calcul

Un échantillon non-séché est trouvé avoir une teneur en protéine de 12,0% et une teneur en eau de 15%. Afin de régler la mesure de la protéine sur une base de poids sec, faites les calculs qui suivent:

$$\frac{100 - 0}{100 - 15} \times 12,0\% = 14,1\% \text{ protéine à une base d'humidité de } 0\%$$

Afin de régler la mesure de la protéine sur une base de 14% d'humidité:

$$\frac{100 - 14}{100 - 15} \times 12,0\% = 12,1\% \text{ protéine à une base d'humidité de } 14\%$$

ANNEXE B

GESTION DES REACTIFS DANGEREUX

Tous les réactifs qui sont volatiles, inflammables, toxiques et corrosifs doivent être manipulés dans une hotte bien ventilée.

1. Explosion au hasard (très volatiles et inflammables)

Ether de pétrole
Ether diéthylique
Acétone

Stocker loin des flammes et des plaques chauffantes

2. Toxicité

Benzène
Tétrachlorure de carbone
Acétonitrile

Eviter tout contact sur les vêtements ou sur les mains.

3. Corrosion

Acide chlorhydrique concentré
Acide sulfurique concentré
Acide nitrique concentré
Ammoniaque concentré
Acide acétique glacial

Puiser immédiatement avec beaucoup d'eau tout éventuellement attaqué.

DEGAGEMENTS DES DECHETS CHIMIQUES

Tous les déchets des solutions, des réactifs dangereux, comme ci-dessus et d'autres déchets des produits chimiques dangereux, doivent être stockés dans des récipients spéciaux et être jetés dans un endroit bien désigné:

1. Déchets de l'analyse Kjeldahl
2. Solutions-extraits des sols ou des plantes contenant du plomb (Pb), mercure (Hg), selenium (Sc), chlorure (Cl), zinc (Zn), cyanide et arsenate
3. Pesticides, herbicides et fumigants

Référence

Kouskoleka, Helene. 1984. Méthodes d'analyses physiques et chimiques utilisées au Laboratoire des Sols de l'INRAN. pp. 87-90.

ANNEXE C

LES ACCIDENTS AU LABORATOIRE

A. Produits inflammables

1. Acétone: diluer par arrosage de l'eau pour éviter l'extension du liquide brûlé.
2. Alcool: voir acétone.
3. Benzène: utiliser de l'eau pour refroidir les bouteilles qui sont en danger. Eteindre les flammes avec du sable, de la terre, les extincteurs tétrachlorure de carbone; utiliser également un masque à gaz.
4. Tétrachlorure de carbone: lorsqu'on utilise un extincteur ou tétrachlorure de carbone sur un feu dans un espace confiné, le feu devrait être attaqué si possible par le dehors ou la place doit être évacuée immédiatement dès que le feu est éteint. Personne ne doit revenir sur les lieux jusqu'à ce que l'air se soit éclairci des fumées.

Ces précautions devraient être observées sans considérer les moyens employés pour éteindre l'incendie vu que le feu dans un espace clos produit rapidement une atmosphère toxique.

B. Produits corrosifs

1. Acide chlorhydrique: utiliser abondamment de l'eau ou de la soude ou de la chaux ainsi qu'un masque à gaz.
2. Acide nitrique et les oxydes de l'azote: beaucoup d'eau, pas de sable, ni de terre, avec un masque.
3. Acide sulfurique: beaucoup d'eau.
4. Hydroxyde de sodium: beaucoup d'eau.
5. Hydroxyde de potassium: beaucoup d'eau ou d'acide dilué.
6. Magnésium: pas d'eau, mais du sable ou de la terre.
7. Phosphore: avec de l'eau et du sable humide.
8. Chlore: arroser avec de l'eau et utiliser un masque.

Référence (voir Annexe B)

ANNEXE D

PREMIERS SECOURS

A. Soins en cas d'empoisonnement et de brûlures intestinales

1. Acide acétique: magnésie, craie, savon, sucre
2. Acide chlorhydrique: magnésie, carbonates, alcalins, glace
3. Acide nitrique: magnésie, carbonates, alcalins
4. Acide phosphorique: idem acide nitrique
5. Acide sulfurique: voir acide chlorhydrique + savon ou huile
6. Arsenic: lait, huile douce, oeuf cru, farine et eau
7. Chlorure de mercure: sulfate de zinc, blanc d'oeuf, lait frais, sel de table
8. Hydroxide de sodium ou hydroxide de potassium: vinaigre, jus de citron, jus d'orange, huile, lait
9. Méthanol: lait, blanc d'oeuf ou farine dans l'eau, sulfate de magnésium, lavage de l'estomac
10. Monoxyde de carbone ou gaz: remplacer l'air immédiatement, respiration artificielle, inhalation d'ammoniaque
11. Nitrate d'argent: sel et eau.

B. Brûlures de peau

1. Soins généraux: En cas de brûlure, il faut rincer l'endroit touché au moyen d'eau dans un bain d'eau glacée. Après le traitement couvrir avec une étoffe, un drap ou un coton et le maintenir au moyen d'un léger bandage.
2. Soins spéciaux: Laver aussi rapidement que possible, au moyen d'une grande quantité d'eau. L'eau du robinet peut couler sur les brûlures abondamment; le placer dans un bain d'eau glacée. Pour les acides, après que l'eau ait coulé, appliquer un peu d'huile ou de savon. Pour l'acide dans les yeux au plus tôt à l'eau.

En ce qui concerne les alcalins, laver de même abondamment à l'eau comme pour les acides. Neutraliser avec du vinaigre ou de jus de citron et le placer dans un bain d'eau glacée. Si la brûlure est aux yeux, laver au moyen d'une solution vinaigre faible ou acide borique.

Cas de brome: éponger immédiatement avec une solution concentrée de thiosulfate de sodium jusqu'à ce que la couleur de brome disparaît, puis laver avec une solution diluée de thiosulfate de sodium avec beaucoup d'eau.

Référence (voir Annexe B)

ANNEXE E

SYSTEME METRIQUE

1 kg = 1.000 g = 1.000.000 mg = 1.000.000.000 µg

1 l = 1.000 ml = 1.000 cc = 1.000 cm³

1 m = 10 dm = 100 cm = 1.000 mm

ppm = mg/l ou mg/1.000 ml

Normalité (N) = le poids moléculaire (P.M.) du réactif en gramme (g) divisé par la valence du cation ou de l'anion, par litre.

Référence (voir Annexe B)

ANNEXE F

VOCABULAIRE DE LABORATOIRE

<u>FRANCAIS</u>	<u>ANGLAIS</u>
<u>APPAREILS</u>	<u>EQUIPEMENT</u>
Agitateur Vortex	Vortex
Bain-marie	Water bath
Balance	Scale
Balance analytique	Analytical balance
Broyeur	Blender or grinder
Chronomètre	Timer
Densimètre ou hydromètre	Hydrometer
Dessicateur	Desiccator
Etuve	Drying oven
Evaporateur rotatif	Rotary evaporator
Four	Kiln
Hotte	Fume hood
Moulinex	Blender or grinder
Plaque agitateur magnétique	Stirring plate
Plaque chauffante	Heating plate
Rampe	Kjeldahl digestion rack
Spectrophotomètre	Spectrophotometer
<u>MATERIELS</u>	<u>MATERIALS</u>
Baguette	Stirring rod
Ballon	Extraction flask or round-bottom flask

FRANCAIS

Barreau magnétique
Bêcher
Bouchon
Brosse
Burette
Cartouche
Creuset
Compte-goutte
Entonnoir
Eponge
Eprouvette
Erlen
Feuille d'aluminium
Fiole
Flacon
Matras
Papier filtre
Pierre ponce
Pincettes métalliques
Pipette graduée
Pipette volumétrique
Rasoir
Spatule
Tamis

ANGLAIS

Stirring bar
Beaker
Rubber stopper
Brush
Buret
Extraction thimble
Crucible
Dropper bottle
Funnel
Sponge
Graduated cylinder
Erlenmeyer flask
Aluminum foil
Volumetric flask
Flask
Kjeldahl flask
Filter paper
Boiling stone
Metal tongs
Graduated pipet
Volumetric pipet
Razor
Spatula
Screen

FRANCAIS

DIVERS

Densité optique
Eau distillée
Echantillon
Laborantin(e)
Laboratoire
Moyenne
Normalité
Normalidose
Nourriture
Poids spécifique
Protéine
Résultats
Tannin

ANGLAIS

MISC.

Optical density or absorbance
Distilled water
Sample
Lab technician
Laboratory
Mean, average
Normality
Normality
Food
Specific gravity
Protein
Results
Tannin

ANNEXE G

TABLE DE CONVERSION DES VALEURS DE TRANSMISSION (%)
EN DENSITE OPTIQUE (O.D.)

$$O.D. = 2 - \log_{10} T, \text{ pour } T = \frac{1}{10} \times 100$$

Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density
.000	—	.030	1.523	.060	1.222	.090	1.046	.120	.9208	.150	.8239	.180	.7447	.210	.6778
.001	3.000	.031	1.509	.061	1.215	.091	1.041	.121	.9172	.151	.8210	.181	.7423	.211	.6757
.002	2.699	.032	1.495	.062	1.208	.092	1.036	.122	.9137	.152	.8182	.182	.7399	.212	.6737
.003	2.523	.033	1.482	.063	1.201	.093	1.032	.123	.9101	.153	.8153	.183	.7375	.213	.6716
.004	2.398	.034	1.469	.064	1.194	.094	1.027	.124	.9066	.154	.8125	.184	.7352	.214	.6696
.005	2.301	.035	1.456	.065	1.187	.095	1.022	.125	.9031	.155	.8097	.185	.7328	.215	.6676
.006	2.222	.036	1.444	.066	1.180	.096	1.018	.126	.8996	.156	.8069	.186	.7305	.216	.6655
.007	2.155	.037	1.432	.067	1.174	.097	1.013	.127	.8962	.157	.8041	.187	.7282	.217	.6635
.008	2.097	.038	1.420	.068	1.168	.098	1.009	.128	.8928	.158	.8013	.188	.7258	.218	.6615
.009	2.046	.039	1.409	.069	1.161	.099	1.004	.129	.8894	.159	.7980	.189	.7235	.219	.6596
.010	2.000	.040	1.398	.070	1.155	.100	1.000	.130	.8861	.160	.7959	.190	.7212	.220	.6576
.011	1.959	.041	1.387	.071	1.149	.101	.9957	.131	.8827	.161	.7932	.191	.7190	.221	.6556
.012	1.921	.042	1.377	.072	1.143	.102	.9914	.132	.8794	.162	.7905	.192	.7167	.222	.6536
.013	1.886	.043	1.367	.073	1.137	.103	.9872	.133	.8761	.163	.7878	.193	.7144	.223	.6517
.014	1.854	.044	1.357	.074	1.131	.104	.9830	.134	.8729	.164	.7852	.194	.7122	.224	.6498
.015	1.824	.045	1.347	.075	1.125	.105	.9788	.135	.8697	.165	.7825	.195	.7100	.225	.6478
.016	1.796	.046	1.337	.076	1.119	.106	.9747	.136	.8665	.166	.7799	.196	.7077	.226	.6459
.017	1.770	.047	1.328	.077	1.114	.107	.9706	.137	.8633	.167	.7773	.197	.7055	.227	.6440
.018	1.745	.048	1.319	.078	1.108	.108	.9666	.138	.8601	.168	.7747	.198	.7033	.228	.6421
.019	1.721	.049	1.310	.079	1.102	.109	.9626	.139	.8570	.169	.7721	.199	.7011	.229	.6402
.020	1.699	.050	1.301	.080	1.097	.110	.9586	.140	.8539	.170	.7696	.200	.6990	.230	.6383
.021	1.678	.051	1.292	.081	1.092	.111	.9547	.141	.8508	.171	.7670	.201	.6968	.231	.6364
.022	1.658	.052	1.284	.082	1.086	.112	.9508	.142	.8477	.172	.7645	.202	.6946	.232	.6345
.023	1.638	.053	1.276	.083	1.081	.113	.9469	.143	.8447	.173	.7620	.203	.6925	.233	.6326
.024	1.620	.054	1.268	.084	1.076	.114	.9431	.144	.8416	.174	.7594	.204	.6904	.234	.6308
.025	1.602	.055	1.260	.085	1.071	.115	.9394	.145	.8386	.175	.7570	.205	.6882	.235	.6289
.026	1.585	.056	1.252	.086	1.066	.116	.9356	.146	.8356	.176	.7545	.206	.6861	.236	.6271
.027	1.569	.057	1.244	.087	1.060	.117	.9318	.147	.8327	.177	.7520	.207	.6840	.237	.6253
.028	1.553	.058	1.237	.088	1.055	.118	.9281	.148	.8297	.178	.7496	.208	.6819	.238	.6234
.029	1.538	.059	1.229	.089	1.051	.119	.9244	.149	.8268	.179	.7471	.209	.6799	.239	.6216

Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density
.240	.6198	.315	.5017	.390	.4089	.465	.3325	.540	.2876
.241	.6180	.316	.5003	.391	.4078	.466	.3316	.541	.2868
.242	.6162	.317	.4989	.392	.4067	.467	.3307	.542	.2860
.243	.6144	.318	.4976	.393	.4056	.468	.3298	.543	.2852
.244	.6126	.319	.4962	.394	.4045	.469	.3288	.544	.2844
.245	.6108	.320	.4949	.395	.4034	.470	.3279	.545	.2836
.246	.6091	.321	.4935	.396	.4023	.471	.3270	.546	.2828
.247	.6073	.322	.4921	.397	.4012	.472	.3260	.547	.2820
.248	.6055	.323	.4908	.398	.4001	.473	.3251	.548	.2812
.249	.6038	.324	.4895	.399	.3990	.474	.3242	.549	.2804
.250	.6021	.325	.4881	.400	.3979	.475	.3233	.550	.2796
.251	.6003	.326	.4868	.401	.3969	.476	.3224	.551	.2788
.252	.5986	.327	.4855	.402	.3958	.477	.3215	.552	.2780
.253	.5969	.328	.4841	.403	.3947	.478	.3206	.553	.2772
.254	.5952	.329	.4828	.404	.3936	.479	.3197	.554	.2764
.255	.5935	.330	.4815	.405	.3925	.480	.3188	.555	.2756
.256	.5918	.331	.4802	.406	.3916	.481	.3179	.556	.2748
.257	.5901	.332	.4789	.407	.3904	.482	.3170	.557	.2740
.258	.5884	.333	.4776	.408	.3893	.483	.3161	.558	.2732
.259	.5867	.334	.4763	.409	.3883	.484	.3152	.559	.2724
.260	.5850	.335	.4750	.410	.3872	.485	.3143	.560	.2716
.261	.5834	.336	.4737	.411	.3862	.486	.3134	.561	.2708
.262	.5817	.337	.4724	.412	.3851	.487	.3125	.562	.2700
.263	.5800	.338	.4711	.413	.3840	.488	.3116	.563	.2692
.264	.5784	.339	.4698	.414	.3830	.489	.3107	.564	.2684
.265	.5768	.340	.4685	.415	.3819	.490	.3098	.565	.2676
.266	.5751	.341	.4673	.416	.3809	.491	.3089	.566	.2668
.267	.5735	.342	.4660	.417	.3799	.492	.3080	.567	.2660
.268	.5719	.343	.4647	.418	.3788	.493	.3072	.568	.2652
.269	.5702	.344	.4634	.419	.3778	.494	.3063	.569	.2644
.270	.5686	.345	.4622	.420	.3768	.495	.3054	.570	.2636
.271	.5670	.346	.4609	.421	.3757	.496	.3045	.571	.2628
.272	.5654	.347	.4597	.422	.3747	.497	.3036	.572	.2620
.273	.5638	.348	.4584	.423	.3737	.498	.3028	.573	.2612
.274	.5622	.349	.4572	.424	.3726	.499	.3019	.574	.2604
.275	.5607	.350	.4559	.425	.3716	.500	.3010	.575	.2596
.276	.5591	.351	.4547	.426	.3706	.501	.3002	.576	.2588
.277	.5575	.352	.4535	.427	.3696	.502	.2993	.577	.2580
.278	.5560	.353	.4522	.428	.3685	.503	.2984	.578	.2572
.279	.5544	.354	.4510	.429	.3675	.504	.2975	.579	.2564
.280	.5528	.355	.4498	.430	.3665	.505	.2967	.580	.2556
.281	.5513	.356	.4486	.431	.3656	.506	.2958	.581	.2548
.282	.5498	.357	.4473	.432	.3646	.507	.2950	.582	.2540
.283	.5482	.358	.4461	.433	.3635	.508	.2941	.583	.2532
.284	.5467	.359	.4449	.434	.3625	.509	.2933	.584	.2524
.285	.5452	.360	.4437	.435	.3615	.510	.2924	.585	.2516
.286	.5436	.361	.4425	.436	.3605	.511	.2916	.586	.2508
.287	.5421	.362	.4413	.437	.3596	.512	.2907	.587	.2500
.288	.5406	.363	.4401	.438	.3585	.513	.2899	.588	.2492
.289	.5391	.364	.4389	.439	.3575	.514	.2890	.589	.2484
.290	.5376	.365	.4377	.440	.3565	.515	.2882	.590	.2476
.291	.5361	.366	.4365	.441	.3556	.516	.2873	.591	.2468
.292	.5346	.367	.4353	.442	.3546	.517	.2865	.592	.2460
.293	.5331	.368	.4342	.443	.3536	.518	.2857	.593	.2452
.294	.5317	.369	.4330	.444	.3526	.519	.2848	.594	.2444
.295	.5302	.370	.4318	.445	.3516	.520	.2840	.595	.2436
.296	.5287	.371	.4306	.446	.3507	.521	.2831	.596	.2428
.297	.5272	.372	.4295	.447	.3497	.522	.2823	.597	.2420
.298	.5258	.373	.4283	.448	.3487	.523	.2815	.598	.2412
.299	.5243	.374	.4271	.449	.3478	.524	.2807	.599	.2404
.300	.5229	.375	.4260	.450	.3468	.525	.2798	.600	.2396
.301	.5215	.376	.4248	.451	.3458	.526	.2790	.601	.2388
.302	.5200	.377	.4237	.452	.3449	.527	.2782	.602	.2380
.303	.5186	.378	.4225	.453	.3439	.528	.2774	.603	.2372
.304	.5171	.379	.4214	.454	.3429	.529	.2766	.604	.2364
.305	.5157	.380	.4202	.455	.3420	.530	.2757	.605	.2356
.306	.5143	.381	.4191	.456	.3410	.531	.2749	.606	.2348
.307	.5128	.382	.4179	.457	.3401	.532	.2741	.607	.2340
.308	.5114	.383	.4168	.458	.3391	.533	.2733	.608	.2332
.309	.5100	.384	.4157	.459	.3382	.534	.2725	.609	.2324
.310	.5086	.385	.4145	.460	.3372	.535	.2717	.610	.2316
.311	.5072	.386	.4134	.461	.3363	.536	.2708	.611	.2308
.312	.5058	.387	.4123	.462	.3354	.537	.2700	.612	.2300
.313	.5045	.388	.4112	.463	.3344	.538	.2692	.613	.2292
.314	.5031	.389	.4101	.464	.3335	.539	.2684	.614	.2284

Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density	Trans.	Density
.615	.2111	.695	.1580	.775	.1107	.855	.0650	.935	.0292
.616	.2104	.696	.1574	.776	.1102	.856	.0675	.936	.0287
.617	.2097	.697	.1568	.777	.1096	.857	.0670	.937	.0282
.618	.2090	.698	.1562	.778	.1090	.858	.0665	.938	.0278
.619	.2083	.699	.1555	.779	.1085	.859	.0660	.939	.0263
.620	.2076	.700	.1549	.780	.1079	.860	.0655	.940	.0269
.621	.2069	.701	.1543	.781	.1073	.861	.0650	.941	.0264
.622	.2062	.702	.1537	.782	.1068	.862	.0645	.942	.0260
.623	.2055	.703	.1531	.783	.1062	.863	.0640	.943	.0255
.624	.2048	.704	.1524	.784	.1057	.864	.0635	.944	.0250
.625	.2041	.705	.1518	.785	.1051	.865	.0630	.945	.0246
.626	.2034	.706	.1512	.786	.1046	.866	.0625	.946	.0241
.627	.2027	.707	.1506	.787	.1040	.867	.0620	.947	.0237
.628	.2020	.708	.1500	.788	.1035	.868	.0615	.948	.0232
.629	.2013	.709	.1493	.789	.1029	.869	.0610	.949	.0227
.630	.2007	.710	.1487	.790	.1024	.870	.0605	.950	.0223
.631	.2000	.711	.1481	.791	.1018	.871	.0600	.951	.0218
.632	.1993	.712	.1475	.792	.1013	.872	.0595	.952	.0214
.633	.1986	.713	.1469	.793	.1007	.873	.0590	.953	.0209
.634	.1979	.714	.1463	.794	.1002	.874	.0585	.954	.0204
.635	.1972	.715	.1457	.795	.0996	.875	.0580	.955	.0200
.636	.1965	.716	.1451	.796	.0991	.876	.0575	.956	.0195
.637	.1959	.717	.1445	.797	.0985	.877	.0570	.957	.0191
.638	.1952	.718	.1439	.798	.0980	.878	.0565	.958	.0186
.639	.1945	.719	.1433	.799	.0975	.879	.0560	.959	.0182
.640	.1938	.720	.1427	.800	.0969	.880	.0555	.960	.0177
.641	.1932	.721	.1421	.801	.0964	.881	.0550	.961	.0173
.642	.1925	.722	.1415	.802	.0958	.882	.0545	.962	.0168
.643	.1918	.723	.1409	.803	.0953	.883	.0540	.963	.0164
.644	.1911	.724	.1403	.804	.0948	.884	.0535	.964	.0159
.645	.1904	.725	.1397	.805	.0942	.885	.0530	.965	.0155
.646	.1898	.726	.1391	.806	.0937	.886	.0525	.966	.0150
.647	.1891	.727	.1385	.807	.0931	.887	.0521	.967	.0146
.648	.1884	.728	.1379	.808	.0926	.888	.0516	.968	.0141
.649	.1877	.729	.1373	.809	.0921	.889	.0511	.969	.0137
.650	.1871	.730	.1367	.810	.0915	.890	.0506	.970	.0132
.651	.1864	.731	.1361	.811	.0910	.891	.0501	.971	.0128
.652	.1857	.732	.1355	.812	.0904	.892	.0496	.972	.0123
.653	.1851	.733	.1349	.813	.0899	.893	.0491	.973	.0119
.654	.1844	.734	.1343	.814	.0894	.894	.0487	.974	.0114
.655	.1838	.735	.1337	.815	.0888	.895	.0482	.975	.0110
.656	.1831	.736	.1331	.816	.0883	.896	.0477	.976	.0106
.657	.1824	.737	.1325	.817	.0878	.897	.0472	.977	.0101
.658	.1818	.738	.1319	.818	.0872	.898	.0467	.978	.0097
.659	.1811	.739	.1314	.819	.0867	.899	.0462	.979	.0092
.660	.1805	.740	.1308	.820	.0862	.900	.0458	.980	.0088
.661	.1798	.741	.1302	.821	.0856	.901	.0453	.981	.0083
.662	.1791	.742	.1296	.822	.0851	.902	.0448	.982	.0079
.663	.1785	.743	.1290	.823	.0846	.903	.0443	.983	.0074
.664	.1778	.744	.1284	.824	.0841	.904	.0438	.984	.0070
.665	.1772	.745	.1278	.825	.0835	.905	.0434	.985	.0066
.666	.1765	.746	.1273	.826	.0830	.906	.0429	.986	.0061
.667	.1759	.747	.1267	.827	.0825	.907	.0424	.987	.0057
.668	.1752	.748	.1261	.828	.0820	.908	.0419	.988	.0052
.669	.1746	.749	.1255	.829	.0815	.909	.0414	.989	.0048
.670	.1739	.750	.1249	.830	.0809	.910	.0410	.990	.0044
.671	.1733	.751	.1244	.831	.0804	.911	.0405	.991	.0039
.672	.1726	.752	.1238	.832	.0799	.912	.0400	.992	.0035
.673	.1720	.753	.1232	.833	.0794	.913	.0395	.993	.0030
.674	.1713	.754	.1226	.834	.0788	.914	.0391	.994	.0026
.675	.1707	.755	.1221	.835	.0783	.915	.0386	.995	.0022
.676	.1701	.756	.1215	.836	.0778	.916	.0381	.996	.0017
.677	.1694	.757	.1209	.837	.0773	.917	.0377	.997	.0013
.678	.1688	.758	.1203	.838	.0767	.918	.0371	.998	.0009
.679	.1681	.759	.1198	.839	.0762	.919	.0367	.999	.0004
.680	.1675	.760	.1192	.840	.0757	.920	.0362	1.000	.0000
.681	.1668	.761	.1186	.841	.0752	.921	.0357	.....	.....
.682	.1662	.762	.1180	.842	.0747	.922	.0353	.....	.....
.683	.1655	.763	.1175	.843	.0742	.923	.0348	.....	.....
.684	.1649	.764	.1169	.844	.0736	.924	.0343	.....	.....
.685	.1643	.765	.1163	.845	.0731	.925	.0339	.....	.....
.686	.1637	.766	.1158	.846	.0726	.926	.0334	.....	.....
.687	.1630	.767	.1152	.847	.0721	.927	.0329	.....	.....
.688	.1624	.768	.1146	.848	.0716	.928	.0325	.....	.....
.689	.1618	.769	.1141	.849	.0711	.929	.0320	.....	.....
.690	.1612	.770	.1135	.850	.0706	.930	.0315	.....	.....
.691	.1605	.771	.1129	.851	.0701	.931	.0310	.....	.....
.692	.1599	.772	.1124	.852	.0696	.932	.0306	.....	.....
.693	.1593	.773	.1118	.853	.0690	.933	.0301	.....	.....
.694	.1586	.774	.1113	.854	.0685	.934	.0296	.....	.....

ANNEXE H
FICHES D'ANALYSE

FICHE D'ANALYSE DES ECHANTILLONSI. RENSEIGNEMENTS GENERAUX:

- Echantillon n°
- Lieu du prélèvement: Nom:
- Date d'arrivée au laboratoire:
- Variété:

II. POIDS DE L'ECHANTILLON A L'ARRIVE

	Poids	%
- Grains:		
- Débris divers:		
- Substances étrangères:		
- Poids échantillon total:		

III. ANALYSE FRACTION GRAINS

- Humidité: .
- Kilos/hectolitre:

	Poids	%
- Grains entiers:		
- Grains attaqués:		
TOTAL:		

IV. OBSERVATIONS

DATE _____ LABORANTIN(E) _____

PROCEDURE POUR TESTER LA VITROSITE DU GRAIN DE SORGHO

POIDS SPECIFIQUE _____

ECHANTILLON	DETERMINATION 1	DETERMINATION 2	DETERMINATION 3	POURCENTAGE MOYEN
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				

DATE: _____

LABORANTIN(E) _____

ANALYSE DE L'AZOTE ET PROTEINE DETERMINATION

ESSAI: _____

THAM a) _____ b) _____ c) _____ d) _____ moyen _____ normalité _____

SULFATE D'AMMONIUM STANDARD a) _____ b) _____ moyen _____ % recouvrement _____

TEMOIN a) _____ b) _____ moyen _____

ECHANTILLON	N° TUBE	POIDS	N° MATRAS	N° ERLLEN	VOLUME	% N	% P	REMARQUES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
EDTA								

DATE _____ LABORANT IN(E) _____

DETERMINATION D'HUMIDITE

ECHANTILLON	POIDS	POIDS CREUSET	POIDS CREUSET ET ECHANTILLON	POIDS APRES SECHAGE	%H ₂ O
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

AC-3

DATE _____ LABOANTIN(E) _____

DETERMINATION DE CENDRE

ECHANTILLON	PRISE ESSAI	POIDS CREUSET	POIDS CREUSET ET ECHANTILLON AVANT 600°C	POIDS APRES 600°C	%C
1					
2					
3					
4					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

DATE: _____ LABORANTIN(E) _____

DETERMINATION DE MATIERE GRASSE

ECHANTILLON	POIDS	N ^o BALLON	POIDS DE BALLON VIDE	POIDS DE BALLON + HUILE	POIDS HUILE	% MATIERE GRASSE
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

DATE: _____ LABORANTIN(E) _____

TEST A L'EAU DE JAVEL - DETERMINATION DU TESTA

ECHANTILLON	TUBE	TESTA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

DATE: _____ LABORANTIN(E) _____

ANALYSE DU TANNIN - RAPIDE

ECHANTILLON	COULEUR	PRESENCE DU TESTA	GROUPE	VALEUR NUTRITIVE RELATIVE
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

DATE: _____ LABORANTIN(E) _____

ANALYSE DU TANNIN

PREPARATION D'ECHANTILLON

ECHANTILLON	PRISE ESSAI	POIDS DE FLACON	POIDS DE FLACON + ECHANTIL.
1			
2			
3			
4			
5			

STANDARD

CONCENTRATION DE CATECHINE mg/l	BLANC		ECHANTILLON A		ECHANTILLON B	
	%T	O.D.	%T	O.D.	%T	O.D.
.00						
.05						
.10						
.25						
.50						
1.00						

PENTE DE LA COURBE STANDARD

ECHANTILLON	BLANC		TUBE A		TUBE B		LE MOYEN	CATECHINE EQUIVALENT
	%T	O.D.	%T	O.D.	%T	O.D.		
1								
2								
3								
4								
5								

DATE: _____

LABORANTIN(E) _____

ANALYSE DE L'AZOTE ET DIGESTIBILITE DE PEPSINE

ESSAI _____

THAM a) _____ b) _____ c) _____ d) _____ moyen _____ normalité _____

SULFATE D'AMMONIUM STANDARD a) _____ b) _____ moyen _____ % recouvrement _____

ECHANTILLON	N° TUBE	POIDS	N° MATRAS	N° ERLLEN	VOLUME	% N	% P	REMARQUES
1								
2								
3								
4								
5								
BLANC								

ECHANTILLON	N° TUBE	POIDS	N° MATRAS	N° ERLLEN	VOLUME	% N	% P	REMARQUES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
BLANC								
STANDARD								

ANNONCE:
MANUEL DE LABORATOIRE
POUR ANALYSES DE LA QUALITÉ DU SORGHO
POUR USAGE DANS L'AFRIQUE DE L'OUEST

•
par Jeannette McLaughlin Shull, Purdue University
Moussa Oumarou, I.N.R.A.N.
Allen W. Kirleis, Purdue University
John W. Clark, P.A.R.A.

•

Prix: (Tous tarifs compris. Envoi par avion)

- Pays africains—gratuits
- Etats-Unis et Canada---\$14.00 en dollars U.S.
- Tout autre pays industrialisé---\$17.00 en dollars U.S.

Pas de renvois

Bon de Commande pour "Manuel de Laboratoire pour Analyses de la Qualité du Sorgho pour Usage dans l'Afrique de l'Ouest"

Pour commander, veuillez envoyer votre nom, adresse et \$14.00 par copie (Etats-Unis et Canada); \$17.00 (tout autre pays industrialisé); gratuit (Afrique) à:

Publications Mailing Room
301 South Second Street
Lafayette, Indiana 47905-1092
U.S.A.

_____ total de copies \$_____ total ci-joint

Nom _____ (Organisation) _____

Adresse _____

Ville _____

Pays _____ Code postale _____

Paiement en dollars U.S. seulement. Veuillez faire les chèques payables à Purdue University.