



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

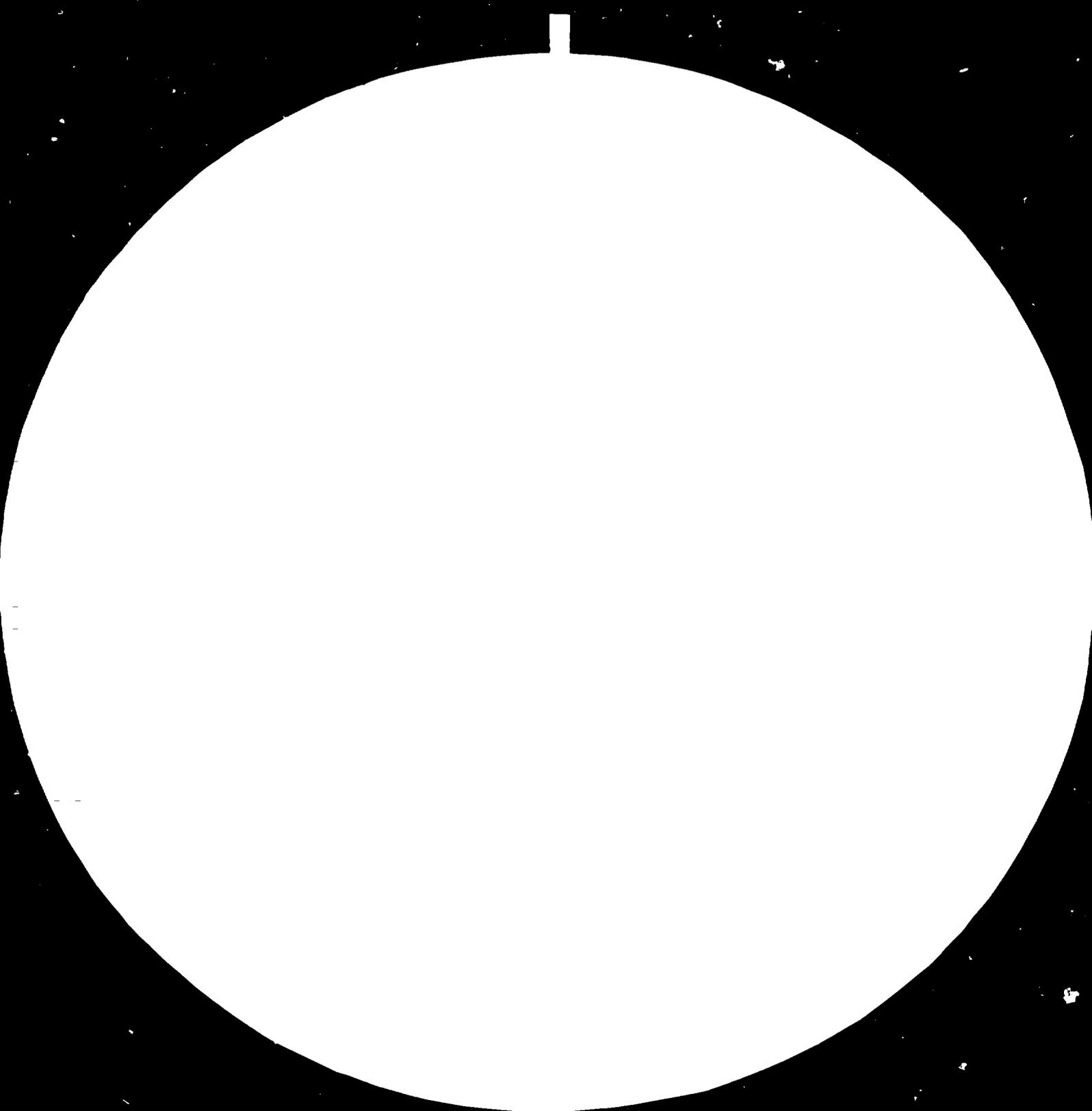
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





2.8



3.2



3.6



4.0



W. L. BAKER, JR., Editor in Chief
J. H. HARRIS, Editor
J. W. HARRIS, Editor

R E S U M E.-

Les auteurs ont étudié les possibilités de fabrication d'un pain à base des farines composées, le but étant de remplacer le maximum de farine de froment par les farines de maïs et de soja sans pour autant diminuer la qualité du produit obtenu.

Ce rapport est rédigé en vue de présenter les résultats des travaux effectués.

Après avoir souligné l'incidence économique-financière de cette recherche, les auteurs présentent plusieurs formules et différents procédés de fabrication obtenus à l'issue des essais effectués dans les laboratoires de l'I.R.S.

Sont présentées en dernier lieu, les résultats des analyses sur la composition des matières premières et du produit fini ainsi que les conclusions et recommandations.

R E M E R C I E M E N T S.-

Les auteurs expriment leur profonde gratitude au Citoyen KUNKADI Kantu, Directeur de l'I.R.S. - Centre de Lubumbashi et aux nombreuses personnes qui ont collaboré de loin ou de près à la réalisation des travaux et à la confection de ce rapport.

I N T R O D U C T I O N . -

Le Zaïre est un grand importateur de blé. La nécessité d'importer chaque année d'importantes quantités de céréales alimentaires pèse lourdement sur la balance de paiement et partant sur l'économie du pays. Par ailleurs, le climat varié du Zaïre est propice au développement des cultures telles que celles de blé, soja, maïs, manioc etc.

L'utilisation en panification des farines de soja, maïs, de manioc mélangées à celle de froment crée des débouchés nouveaux aux productions locales. Cela entraînerait outre l'accroissement de leurs productions, la réduction du volume d'importation de blé et partant, une économie de devises.

C'est dans ce cadre que l'Institut de Recherche Scientifique, Centre Agro-Alimentaire de Lubumbashi mène depuis un certain nombre d'années des travaux de recherche sur la panification à base des farines composées. L'objectif ultime de la recherche étant l'obtention à base des farines locales mélangées à celle de froment d'un pain ayant des caractéristiques organoleptiques semblables et un pouvoir nutritif supérieur à celui du pain de froment. Nous disons bien semblables et non identiques car un pain à base de farines composées est différent d'un pain à base de froment et doit donc chercher ses mérites sur son propre chemin.

Cette étude trouve son importance dans le fait que le Zaïre en plein essor économique et démographique aura dans le futur à consommer des grandes quantités de pain.

CHAPITRE I

MATIERES PREMIERES

1.1. Farine de froment :

La farine de froment utilisée pour la panification provient en partie des moulins se trouvant essentiellement en ville. Le blé utilisé pour cette fin est importé. En effet, bien que la culture de blé est en plein essor dans la région du Kivu, à l'est du Zaïre, la production est encore insuffisante pour couvrir les besoins locaux, Les tableaux I et II suivantes donnent quelques valeurs des productions et des volumes d'importation.

1.2. Farine de maïs :

La farine de maïs est d'une importance notoire au Zaïre. On en produit dans pratiquement toutes les régions du pays, le Bandundu venant en première position. Elle sert essentiellement dans l'alimentation humaine et dans celle du bétail. Dans certaines contrées, on en fait le BUKARI, une pâte fort appréciée constituant un plat de consistance pour presque tous les mets. La production locale de cette céréale bien qu'en croissance n'est pas encore suffisante, le pays continue à en importer de l'extérieur.

En 1976 il a été importé 56.228.171 kg de maïs ce qui représente une valeur de 6.493.916 Z.

Les tableaux I et II donnent d'autres indications à propos.

... / ...

1.3. Le Soja :

Au Zaire, le soja est pour une large part cultivée par les paysans sur des petites superficies. Toutefois, certains centres de développement en pratiquent une culture intensive. C'est le cas du centre de Bwamanda situé à 60 km de Gemena dans la région de l'Equateur. Le rendement à l'hectare est d'environ 800 kg soit plus que le maïs. La production nationale a été en 1977 d'environ 6.600 tonnes. D'autres chiffres peuvent être trouvés dans le tableau I. La production locale est directement consommée par les paysans sous diverses formes (graines cuites, farine ...). L'excédent est vendu aux usines de fabrication de biscuits, pâtes et aux fermes pour l'alimentation du bétail.

1.3.1. Fabrication de la farine de soja à l'I.R.S. :

Les graines de soja sont au préalable trempées dans l'eau froide pour en éliminer les poussières et autres impuretés. Ensuite on procède à leur macération dans de l'eau à 20°C. Cette opération terminée, l'eau est décantée.

Les graines plus denses que l'eau considérées comme saines sont trempées dans une solution à 2 % de NaCl et mises à cuire pendant 60 minutes. Après la cuisson, la solution saline est décantée et le soja séché dans une étuve. Après séchage et refroidissement l'on procède à la mouture pour l'obtention de la farine. Cette dernière peut être dégraissée ou non.

Il est important de signaler que le traitement avec une solution de NaCl a pour but principal l'amélioration du goût de la farine.

La farine utilisée pour les essais a été obtenue de cette façon.

... / ...

TABLEAU I :

Evolution de la production agricole au Zaïre (1965 - 1977) :
1000 tonnes métriques.

Produit	A N N E E													
	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	
Maïs	232	270	297	321	325	375,74	409	521	4521	476,8	495,4	503,6	509,6	
Blé	3	3,3	3,956	2,806	3,420	-	-	-	3236	-	-	-	-	
Soja	-	-	-	-	10,75	0,9	12,05	-	11,7	11,8	1,7	1,6	1,6	
Manioc	7785	8657	10000	-	-	14702	-	-	11014,9	114473	118441	11909,7	12138,7	

TABLEAU II :

Prix et quantités importées (1969 - 1972)

PRODUIT	QUANTITE (tonne)					Valeur (Zaïre)				
	A N N E E		A N N E E			A N N E E		A N N E E		
	1969	1970	1971	1972	1976	1969	1970	1971	1972	1976
			1er Semestre	1er Semestre				1er Semest.	1er Semest.	
Blé	1052	6201	532	2515	55214,982	58065	374405	19673	136479	9105800
F.Froment	64043	83499	50515	45493	2090	4319190	5260537	1877435	2184485	-
F.de Maïs	213	179	-	2086	-	14530	11668	-	116435	-

1.4. Caractéristiques et composition chimique des farines utilisées

La farine de blé que nous avons utilisée a une teneur en cendres de 0,65 % et celle de maïs de 0,99 %. Signalons que la détermination du taux des cendres est utilisée pour apprécier le taux d'extraction de la farine. L'albumen du grain de blé en contient de 0,32 à 0,35 %, le germe 5 % et le son de 6 à 7 %.

Les farines de froment destinées à la panification ont un taux de cendres situé entre 0,60 - 0,85 %, ce qui correspond à un taux d'extraction d'environ 78 %.

La teneur en protéines des farines utilisées se répartit comme suit : farine de froment 10,48 %, farine de maïs 6,46 % et enfin farine de soja 35,5 %. La farine de soja très riche en protéines a été essentiellement utilisée comme supplément protéique.

La teneur en matières sèches de la farine de froment et de maïs varie entre 88 et 90 %, celle de soja est légèrement plus élevée, soit 93,18 %.

Les autres résultats des analyses effectuées sur la composition chimique des farines sont rapportés en détail au tableau III.

... / ...

TABLEAU - III -

Composition des farines de froment, de maïs, de manioc et de soje en % par rapport à la matière sèche.-

Types d'analyses	Farine de froment	Fleur de maïs	Farine de manioc	Soje de Kananqa	Soje de Masuika	Soje de Bwanda
% Humidité	12,28	12,00	11,95	5,76	9,16	8,54
% Matières grasses	3,50	3,53	0,69	19,56	19,22	18,66
% Protéines	10,48	6,49	1,50	38,72	34,50	34,29
% Cendres	0,65	0,99	2,17	4,70	4,61	4,65
% Extractifs non azotés	72,43	75,57	93,32	25,53	26,08	26,84
% Sucres réducteurs totaux	-	-	-	8,60	9,15	9,25
% Fibres	0,66	1,42	2,32	5,73	6,43	7,02
Uréeses	-	-	-	0,134	0,95	0,88

CHAPITRE 2

FABRICATION DU PAIN

Le procédé de fabrication le plus simple consiste à mélanger de la farine, du sel, de l'eau, du sucre et de la levure jusqu'à l'obtention d'une pâte homogène. Cette dernière est ensuite mise à fermenter par l'action des cellules vivantes de la levure qui métabolisent les sucres fermentescibles des farines avec production de l'alcool éthylique et du bioxyde de carbone, agent de levée de la pâte.

2.1. Opérations techniques

2.1.1. Activation de la levure

La levure utilisée provient essentiellement de l'Europe. C'est une levure pressée sèche de qualité variable.

Pour l'activation, peser la levure, le sucre et l'eau en des quantités correspondant aux proportions de la recette, ensuite homogénéiser et placer le tout dans un thermostat isotherme réglé à 35°C pendant 30 minutes.

2.1.2. Préparation des ingrédients (farines)

Peser les farines de froment, de maïs et de soja selon les proportions de la recette et mélanger. Notons que dans quelques uns de nos essais nous avons utilisé du stéaroyl lactylate de sodium

2.1.3. Pétrissage

Ajouter au mélange des farines, la levure activée et la quantité d'eau nécessaire, ensuite pétrir pendant le temps voulu. Pour nos essais nous avons utilisé une pétrisseuse de marque Bear Verimixer et pétri pendant 20 minutes.

2.1.4. Première fermentation (Pointage)

Après le pétrissage, la pâte obtenue est fermentée dans une armoire de fermentation à la température de 30°C pendant le temps nécessaire.

2.1.5. Deuxième fermentation (Apprêt)

La pâte divisée en pâtons de 500 gr est mise en moule et ensuite laissée en fermentation à 30°C pendant le temps convenable.

2.1.6. Cuisson

La pâte suffisamment fermentée est mise au four et cuite pendant 25 minutes à 250°C.

2.2. ESSAIS REALISES A L'I.R.S.

Divers essais ont été réalisés au laboratoire. Ceux-là ayant donné entière satisfaction ont été transposés à l'atelier pilote. Les résultats obtenus paraissent satisfaisants.

Le pourcentage en la farine de froment variait entre 70 et 90% , celui de la farine de maïs entre 10 et 30 % .

Signalons toutefois que dans certains essais nous avons utilisé 5 % de la farine de soja non dégraissée.

Les diverses proportions peuvent être trouvées dans le tableau IV.

Afin d'obtenir un produit de qualité optimale nous avons étudié certains paramètres dont :

- les quantités maximales de levure, de sucre, de sel et les types d'émulsifiants à utiliser,
- l'influence de la température, du temps et du mode de pétrissage, de fermentation et de cuisson.

TABLEAU IV

ESSAIS REALISES A L'IRS

Formule	Pourcentage de farine utilisée		
	Froment	Maïs	Soja
A 10	90	10	-
A 15	85	15	-
A 20 - 5	75	20	5
A 25	75	25	-
A 30	70	30	-

2.2.1. Formule A-10

Cet essai est fait avec une addition de 10 % de maïs.

Recette

Ingrédients	Pourcentage	Poids en gramme
Farine de froment	90	360
Farine de maïs	10	40
Levure sèche	1,25	5
Sel	1,25	5
Sucre	1,25	5
Eau	60	240

Mode opératoire

- Pétrissage : 20 minutes dans le pétrin "Bear Vermixer"
- Fermentation I : 60 minutes à 30°C
- Fermentation 2 : 90 minutes à 30°C
- Cuisson : 25 minutes à 250°C.

N.B. : le pâton façonné pèse 500 g.

Caractéristiques organoleptiques

- Volume du pain : 1.540 cm³
- Poids du pain cuit : 450 g.

Observations :

- couleur et structure de la croûte : bonne
- structure de la mie : bonne
- goût du pain : agréable

2.2.2. Formule A-15

a) Recette

Ingrédients	Pourcentage	Poids en grammes
Farine de froment	85	340
Farine de maïs	15	60
Levure sèche	1,25	5
Sel	1,25	5
Sucre	1,25	5
Eau	60	240

b) Mode opératoire

- Pétrissage : 20 minutes dans le pétrin "Bear Varmixer"
- 1ère fermentation : 60 minutes
- 2ème fermentation : 60 minutes
- Cuisson : 25 minutes à 250°C

N.B. : Le pâton façonné pèse 500 g.

c) Caractéristiques organoleptiques

- Volume du pain : 1.500 cm³
- Poids du pain : 450 g.

d) Observations

- Couleur et structure de la croûte : bonne
- Structure de la mie : bonne
- Goût du pain : agréable.

2.2.3. Formule A_{20 + 5}

En vue d'augmenter la teneur et la valeur nutritive du produit fini, nous avons ajouté dans la recette 5% de farine de soja non dégraissée. Les proportions des autres ingrédients sont reprises ci-dessous.

a) Recette

Ingrédients	Pourcentage	Poids en gramme
Farine de froment	75	300
Farine de maïs	20	80
Farine de soja	5	20
Levure sèche	1,75	7
Sel	1,25	5
Sucre	1,25	5
Eau	60	240

b) Mode opératoire

- Pétrissage : 25 minutes dans le pétrin "Bear Varmixer"
- Fermentation I : pendant 50 minutes
- Fermentation II : pendant 45 minutes
- Cuisson : 25 minutes à 250°C.

M.R. : Le pâton façonné pèse 500 g.

c) Caractéristiques organoleptiques :

- Volume du pain : 1.370 cm³
- Poids du pain cuit : 450 g.

d) Observations :

- Couleur et structure de la croûte : bonnes
- Structure de la mie : bonne
- Goût du pain : assez-bon

2.2.4. Formule A-25

Dans cet essai, nous avons utilisé un mélange de la farine de froment - farine de maïs dans les proportions 3 - 1

e) Recette

Ingrédients	Pourcentage	Poids en gramme
Farine de froment	75	300
Farine de maïs	25	100
Levure sèche	1,75	7
Sel	1,25	5
Sucre	1,25	5
Eau	60	240

b) Mode opératoire

- Pétrissage : 25 minutes dans le pétrin "Bear Vermixer"
- Fermentation I : 50 minutes
- Fermentation II : 45 minutes
- Cuisson : 25 minutes à 250°C.

N.B. : le pâton façonné pèse 500 g.

c) Caractéristiques organoleptiques

- Volume du pain : 1.490 cm³
- Poids du pain cuit : 450 g.

d) Observations :

- Couleur et structure de la croûte : bonnes
- Structure de la mie : bonne
- Goût du pain : agréable
- Couleur de la mie : bonne

2.2.5. Formule A-30

Dans cet essai on a utilisé dans le mélange 30% de maïs et 1 % de stéaroyl lactylate de sodium comme agent épaississant.

Recette

Ingrédients	Pourcentage	Poids en gramme
Farine de froment	70	280
Farine de maïs	30	120
Levure sèche	1,5	6
Sel	1,25	5
Sucre	1,5	6
Stéaroyl lactylate de sodium	1	4
Eau	60	240

Mode opératoire

- Pétrissage : 25 minutes dans le pétrin "Bear Vermixer"
- Fermentation I : 50 minutes à 30°C
- Fermentation 2 : 40 minutes à 30°C
- Cuisson : 30 minutes à 250°C

Notons que le pâton façonné pèse 500 g.

Caractéristiques organoleptiques

- Volume du pain : 1.670 cm³
- Poids du pain cuit : 450 g.

Observations

- Couleur et structure de la croûte : qualité moyenne
- Structure de la mie : assez bonne
- Goût du pain : assez bon

2.3. Analyses chimiques des pains fabriqués.

Les analyses chimiques ont été effectuées suivant des modes opératoires normalisés (Type AFNOR). Les résultats expérimentaux varient avec la diminution ou l'augmentation des teneurs en les farines autres que celle de froment.

TABLEAU 5.-

Résultats des analyses chimiques de différents types de pains.-

Type d'analyse	F o r m u l e				
	A 10	A 15	A 20+5	A 25	A 30
Humidité (σ)	38	36	38	37	38
Protéines (σNx5,7)	10,7	10	11,4	9,1	8,5
Matières grasses (σ)	-	-	1,5	0,6	0,8
Cendres (σ)	1,6	1,4	2,0	1,3	1,2
Phosphore (σ)	-	-	0,25	0,18	0,14
Calcium (σ)	-	-	0,18	0,09	0,07

CHAPITRE 3

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

3.1. CONCLUSIONS

Des résultats expérimentaux, il ressort qu'il est sans nul doute possible de remplacer une partie de la farine de froment par des farines locales et fabriquer un pain de qualité satisfaisante. Le produit obtenu présente jusqu'à 25 % de substitution avec la farine de maïs, des caractéristiques organoleptiques semblables à celles du pain de froment.

Au delà de ce pourcentage, l'on obtient un produit fort diminué en volume et en aspect tant de la mie que de la croûte à moins que l'on utilise des agents de levée ou épaississants comme le stéaroyl lactylate de sodium ou le monostéarate de glycéryle.

La farine de soja non dégraissée quant à elle communique au delà de 5 % de substitution, une saveur de crû pas toujours appréciée. Elle diminue en outre de beaucoup le volume et l'aspect de la croûte.

Le pain à base de froment supplée de farine de maïs a une valeur nutritive supérieur à celle du pain de froment seul, le mélange étant entre autres plus balancé en acides aminés. En effet, la farine de maïs contient 7,7% en alanine et 12 % en leucine du pourcentage total des protéines brutes contre 3,9 et 6,8 % respectivement en alanine et en leucine pour le froment.

Enfin signalons que d'une manière générale, au fur et à mesure qu'augmente la teneur en les farines de maïs ou de soja, les temps de pointage et d'apprêt diminuent, la pâte dans ces conditions se liant très mal.

3.2. RECOMMANDATIONS

Le froment, produit d'importation, coûtant de plus en plus cher, il est recommandable d'en remplacer une partie par des farines locales en vue de la production des pains à base de farines composées.

L'Institut de Recherche Scientifique, Centre Agro Alimentaire de Lubumbashi doit :

1) Continuer et activer les recherches ayant trait à l'utilisation

en panification d'autres farines (manioc, sorgho, haricot). Cela permettrait dans le futur, l'exploitation des différentes formules retenues suivant les disponibilités en matières premières des différentes régions du pays (manioc pour le Bas-Zaïre, le Bandundu et l'Equateur, mais pour le Shaba et les deux Kasais, manioc, sorgho pour le Kivu par exemple).

- 2) Essayer par tous les moyens d'intéresser les pouvoirs publics et les organismes privés de l'importance du sujet en vue de l'exploitation et de la vulgarisation des résultats.
-

BIBLIOGRAPHIE

- 1.- P. DIDRY, M. MUNIER, G. PUJOL - Renaissance de la Gluten-
nerie. (juin 1979).
- 2.- Grandvoisin P. et Berger M., Laboratoire de Recherches des
Grands Moulins de Pantin - L'acide ascorbique et la cystéine
dans les produits de cuisson à base de céréales (1979).
- 3.- J.L. KIGER et J.G. KIGER - Techniques modernes de la
biscuiterie - pâtisserie - boulangerie industrielles et
artisanales et des produits de régime - Tomes I et II
DUNOD Paris 1968.
- 4.- R. CALVEL - La boulangerie moderne - Eyrolles 61, Boulevard
St.Germain - 75005 Paris 1980
- 5.- Tables de composition des matières premières. Protector 1971
- 6.- RAYMOND A. DEHOVE - La Réglementation des Produits Alimen-
taires et autres - Qualité et repression des fraudes.

Commerce édition

2, Rue des Petits Pères

75002 PARIS

TABLE DES MATIERES

	<u>PAGES</u>
Introduction	I
Chapitre 1 : Matières premières	2
1.1. Farine de froment	2
1.2. Farine de maïs	2
1.3. Le soja	3
1.3.1. Fabrication de la farine de soja à l'I.R.S.	3
1.4. Caractéristiques et composition chimique des farines utilisées	5
Chapitre 2 : Fabrication du pain	7
2.1. Opérations techniques	7
2.1.1. Activation de la levure	7
2.1.2. Préparation des ingrédients	7
2.1.3. Pétrissage	7
2.1.4. Première fermentation ou pointage ...	7
2.1.5. Deuxième fermentation ou Aprêt	7
2.1.6. Cuisson	7
2.2. Essais réalisés à l'I.R.S.	8
2.2.1. Formule A-10	10
2.2.2. Formule A-15	11
2.2.3. Formule A-20 + 5	11
2.2.4. Formule A-25	12
2.2.5. Formule A-30	13
2.3. Analyses chimiques des pains fabriqués	14
Chapitre 3 : 3.1. Conclusion.....	15
3.2. Recommandation	16

