



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Saad DAHLAB University Blida 1



Faculty of Natural and Life Sciences
Food Science Department

Master II Thesis

Specialty: Agri-Food Safety and Quality Assurance

Sector: Food Sciences

Field: Natural and Life Sciences

THEME

Production of pasta enriched with an oilseed

Presented by:

Ferroum Ferial

Before the jury composed of:

Dr. Tlemsani A	, MCA	Chairman
Dr. Hadjadj N	, MCA	Examiner
Dr. Benlemmane S	, MCB	Promoter
Dr. El Ghoule A	, Ingénieur	Invité

Academic year 2024/2025

Acknowledgements

First of all, I thank God for giving me health, strength, willpower and patience throughout these years of study to overcome all the difficulties I faced until I was able to reach this stage.

Personally, I would like to thank me for getting this 2025 degree. The road wasn't easy and I wasn't as patient every time and circumstances didn't stand in my way, but I continued the path, patience and walked the roads despite their ruggedness because I trust in God and then in my ability to do so.

I would like to thank my parents, throughout my studies they have always supported, encouraged and helped me, they knew that I had to give myself every opportunity to succeed.

I would also like to thank the few friends and companions in my life who listened to me without judgment and loved me unconditionally, they were partners in the journey and companions in the challenge, I tell you that your presence had an indelible impact and your words were a motivation to move me forward, you are very special to me, thank you and I ask God to grant you success in every path you take.

I would really like to thank Mr. President of Sosemie, for accepting me as an intern and allowing me to conduct my internship at the company, and especially Mr. Amjad Al Ghouli, my internship supervisor, for their warm welcome. I also thank the supervisor for his invaluable supervision and advice, as his attention and advice helped me in guiding me, and I thank all the employees in the pasta and couscous production management department, for their support and sharing their expertise, and thanks to their trust, I was able to fully accomplish my tasks.

I would like to thank Ms. Samira Benlemmane, a lecturer at the University of Blida 01, who believed in me to conduct this research, agreed to work with me and kindly supervised, guided and encouraged me to follow my work with great benevolence.

I would also like to thank the members of the jury for agreeing to be part of the panel of examiners, Mr. Tlemsani, a lecturer at the University of Blida 01, who honored us by chairing the jury and judging my humble work, and Ms. Hadjadj, a lecturer at the University of Blida 01, for agreeing to examine this work and study it with the aim of developing it. I would like to express to them my sincere gratitude and deep respect.

Many thanks to all the professors and staff of the Department of Food Science.

I would also like to thank the Dean of the Faculty of Natural and Life Sciences, Mr. Ismail Megatli, for guiding, assisting, and advising me throughout my studies.

Finally, I would like to thank all the people who contributed in any way to the success of the end-of-study training and who helped me in writing this thesis.

In conclusion, I ask Allah to make this work useful and to make it a witness to an effort made for the sake of knowledge and a symbol of determination and perseverance, and if I am right, it is by the grace of Allah, and if I am wrong, the person will only consider that he has worked hard and strove, and Allah is the best of success.

Dedication

I dedicate this humble work

To myself first:

They told me I couldn't do it, so I did it.

Whenever life hit me, and I felt that my resolve was starting to die, and sadness surrounded my world, I would remember that I was never easy, how many falls I stood up after, how many breaks I forced myself after, how many doors were closed in my face, but I was able to create others, get up, dust off your shoulders, and keep going, it's not a waste to change your path, Math has taught me that there is such a thing as infinity, so don't be limited in thought and ambition, don't be afraid, when fear dies, the joy of life begins, and be simple, because simplicity is the key to brilliance, and my journey didn't end here, but this is only the beginning of my success.

To my dear parents II:

Who have always been by my side, who have supported me financially until this day, who have encouraged me throughout my years of study, and who gave me a wonderful example of hard work and perseverance, let this work be a small token of my deep affection, may God protect you.

On this unforgettable day, for you and for me, I am the musk that seals the success of this family.

To my friends III H, R:

Who always helped me, stood by me in all circumstances, and were with me in the most difficult times, and for their moral support, no dedication can better express my affection, love, appreciation and deep gratitude to you, you are dear to my heart, may God protect you from all harm.

To my distinguished professors.

To all the workers in the Department of Food Science and everyone in the College of Natural and Life Sciences.

To all the Sosemie family.

ABSTRACT

This study aims to obtain healthy food pasta enriched with sesame flour in order to evaluate its technological, physicochemical and microbiological properties. Normal control and sesame flour enriched pasta were produced with 5% to 30% sesame flour, respectively.

The pasta was prepared in the Sosemie laboratory in collaboration with the technical team, dried in an industrial dryer, and stored in optimal conditions.

Physical and chemical analyses showed increases and decreases depending on the analysis. In terms of moisture content, a significant decrease was observed in the pasta enriched with sesame flour, from 11.5% to 7.078%, respectively, at 5% to 30%, compared to the control pasta at 12.5%.

As for ash, an increase from 1.03% to 1.66% was observed in pasta enriched with 5% to 30% sesame flour compared to the control pasta (0.91%).

Pasta enriched with 15% and 20% sesame flour resulted in better quality pasta.

The results showed that the optimal cooking time decreased slightly from 8:59 to 8:00, with an overall improvement in parameters such as color, texture, aroma, and taste.

The results of microbiological analyses of sesame flour and successfully enriched pasta showed that they met the standards, and the addition of sesame improved the nutritional quality of the final product.

Keywords: Pasta, sesame, culinary quality, sensory..

RESUME

Cette étude vise à obtenir des pâtes alimentaires saines enrichies de farine de sésame afin d'évaluer leurs propriétés technologiques, physicochimiques et microbiologiques. Des pâtes normales de contrôle et des pâtes enrichies de farine de sésame dans des proportions de 5% à 30 % ont été produites, respectivement.

Les pâtes ont été préparées dans le laboratoire Sosemie en collaboration avec l'équipe technique, séchées dans un séchoir industriel et stockées dans des conditions optimales.

Les analyses physiques et chimiques ont montré des augmentations et des diminutions selon les analyses. En termes de teneur en humidité, une diminution significative a été observée dans les pâtes enrichies en farine de sésame, passant respectivement de 11,5% à 7,078% à des concentrations de 5% à 30 %, par rapport aux pâtes témoins à 12,5 %.

En ce qui concerne les cendres, une augmentation de 1,03 % à 1,66 % a été observée dans les pâtes enrichies de 5 % à 30 % de farine de sésame par rapport aux pâtes témoins (0,91 %).

Les pâtes enrichies de 15 % et 20 % de farine de sésame ont donné des pâtes de meilleure qualité.

Les résultats ont montré que le temps de cuisson optimal a légèrement diminué, passant de 8 min 59 s à 8 min, avec une amélioration globale des paramètres tels que la couleur, la texture, l'arôme et le goût.

Les résultats des analyses microbiologiques de la farine de sésame et des pâtes enrichies ont montré qu'elles répondaient aux normes, et que l'ajout de sésame améliorait la qualité nutritionnelle du produit final.

Mots clés: Pâtes alimentaires, sésame, Qualité culinaire, sensorielle.

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى الحصول على معكرونة غذائية صحية تم إثرائها بدقيق السمسم قصد تقييم خصائصها التكنولوجية الفيزيائية الميكروبيولوجية تم إنتاج معكرونة غذائية عادية شاهدة وأخرى أثريت بدقيق السمسم بنسب 5.30% على التوالي.

تم تحضير المعكرونة في مختبر سوسيمي بالتعاون مع الفريق الفني وتجفيفها في مجفف صناعي وتخزينها في ظروف مثالية.

أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية زيادات وانخفاضات حسب التحليل. من حيث محتوى الرطوبة، لوحظ انخفاض كبير في المعكرونة المخصبة بدقيق السمسم، من 11.5% إلى 7.07% على التوالي، بنسبة 5% إلى 30%، مقارنة بالمعكرونة الشاهدة بنسبة 12.5%.

أما بالنسبة للرماد، فقد لوحظت زيادة من 1.03% إلى 1.66% في المعكرونة المخصبة بنسبة 5% إلى 30% من دقيق السمسم (0.91%) مقارنة بالمعكرونة الشاهد.

أدت المعكرونة المخصبة بنسبة 15% و 20% من دقيق السمسم إلى معكرونة ذات جودة أفضل.

أظهرت النتائج أن وقت الطهي الأمثل انخفض قليلاً من 8:59 إلى 8:00 مع زيادة دمج السمسم، ونتائج اختبار الطعم أظهرت تحسن عام للخصائص التكنولوجية مثل اللون واللمس والرائحة والمذاق.

أظهرت نتائج التحليلات الميكروبيولوجية لدقيق السمسم والمعكرونة المخصبة بنجاح أنها تفي بالمعايير، وأن إضافة السمسم حسنت الجودة الغذائية للمنتج النهائي.

الكلمات المفتاحية : المعكرونة الغذائية، السمسم، الجودة الطهوية والحسية.

LIST OF ABBREVIATIONS

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AC: Ash Content.

C: Carbohydrate.

CP: Control Pasta.

C: Cuisson.

C': water binding capacity (%).

DM: Dry Matter.

DG: Dry gluten

EP: Enriched Pasta.

ES: dry extract weight (g).

G%: Percentage of constituents in the grain.

H: Humidity.

H': water content of raw pasta (%).

h: is the water content, expressed as a percentage by mass, of the test sample.

ISO: International Organization for Standardization.

JORADP : Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

JORA 2007: Journal Officiel de la République Algérienne.

MALR: Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Ministerial Decree.

M: water content of raw pasta (%).

MS%: percentage of dry matter.

OCT: optimum cooking time.

P: Protein.

P0: Pasta 100% semolina.

P5: Pasta enriched with 5% sesame flour.

P10: Pasta enriched with 10% sesame flour.

P15: Pasta enriched with 15% sesame flour.

P20: Pasta enriched with 20% sesame flour.

P25: Pasta enriched with 25% sesame flour.

P30: Pasta enriched with 30% sesame flour.

PH: Hydrogen Potential.

P': weight of cooked dough (g).

PC: cooking loss (g/100g ms).

RFC: Preparation of the Folin-Ciocalteu reagent solution.

T: time.

T%: Percentage of constituents in the tissue.

V: final volume of cooking water (ml).

WG: Wet glute.

LIST OF FIGURES

Figure I.1: Histological composition of wheat grain (Surget and Barron, 2005).....	4
Figure I.2: Various shapes of Pasta.	12
Figure I.3: Sosemie pasta production diagram.	15
Figure II.1: Sesame seeds.....	20
Figure III.1: semolina.....	28
Figure III.2: sesamum indicum.	29
Figure III.3: Preparing sesame flour (SF).	29
Figure III.4: Moisture content analysis.	31
Figure III.5: Ash Ratio analysis.	34
Figure III.6: Wet and Dry Gluten analysis.	36
Figure III.7: Granulation analalysis.	37
Figure III.8: Color determination analysis.	38
Figure III.9: Scale used.	38
Figure III.10: Container used.	39
Figure III.11: Pasta machine used.....	39
Figure III.12: Flats used.	40
Figure III.13: Roller used.	40
Figure III.14: Dough roller used.	40
Figure III.15: Mix the dough.....	41
Figure III.16: Kneading dough.....	42
Figure III.17: Shaping the dough.	42
Figure III.18: Schematic diagram of pasta production.....	42
Figure III.19: Humidity analysis.	44
Figure III.20: Ash content analysis.	45
Figure III.21: Color determination analysis.	45

Figure III.22: Mould research and enumeration analysis.....	47
Figure III.23: Sulfito-Reducing Anaerobes analysis.....	50
Figure III.24: Polyphenol analysis.	52
Figure III.25: Culinary quality.	55
Figure IV.1: Moisture content (humidity) of semolina and sesame flour (ground sesame)..	56
Figure IV.2: Ash content of semolina and sesame flour (ground sesame).....	57
Figure IV.3: Gluten content of semolina and sesame flour (ground sesame).	58
Figure IV.4: Granulation of semolina.....	59
Figure IV.5: Color determination of semolina and sesame (a).....	60
Figure IV.6: Color determination of semolina and sesame (b).	60
Figure IV.7: Color determination of semolina and sesame (L).	61
Figure IV.8: Color determination of the mixture of sesame flour with semolina.	61
Figure IV.9: Moisture content (humidity) of pasta.....	62
Figure IV.10: Ash content of finished products (pasta).	63
Figure IV.11: Color determination of finished products (a).....	64
Figure IV.12: Color determination of finished products (b).	64
Figure IV.13: Color determination of finished products (L).	65
Figure IV.14: polyphenol analysis.....	66
Figure IV.15: Stage and process of cooking pasta.	68
Figures IV.16: color acceptability of control pasta and enriched pasta respectively.	70
Figures IV.17: Odor acceptability of control pasta and enriched pasta respectively.	72
Figures IV.18: The texture acceptability of control pasta and enriched pasta respectively....	73
Figures IV.19: The taste acceptability of control pasta and enriched pasta respectively.....	75

LIST OF TABLES

Table I.1: Histological distribution of the main constituents of wheat grain.	6
Table I.2: Chemical composition of semolina.	10
Table I.3: Biochemical composition of pasta products.....	13
Table II.1: Biochemical composition of sesame.	22
Table II.2: Types of vitamins in sesame and its effects on body.....	22
Table II.3: The types of nutrients found in sesame and their beneficial effects.....	23
Table II.4: Phytochemical constituents.	23
Table IV.1: The semolina granulometry used in this study range from 150 μm to 450 μm	59
Table IV.2: Microbiological characteristics of semolina and sesame flour.	62
Table IV.3: Microbiological characteristics of finished products (pasta).	65
Table IV.4: Culinary quality of finished products (pasta).	67
Table IV.5: Stability test of mould research and Sulfito-reducing anaerobes.	75

TABLE OF CONTENTS

Chapter I: Generalities about wheat

I.1 Wheat	3
I.1 Definition / origin:	3
I.2 The different types of wheat:	3
I.3 Description and histological composition:	4
1) The envelope	5
2) The albumen or almond	5
3) The germ	5
I.4 Biochemical composition:	6
1) Proteins.....	6
2) Lipids	7
3) Other constituents	7
4) The importance composition of proteins and lipids:.....	7
I.2 Semolina	9
I.1 Definition and characteristics:	9
I.2. Different types of semolina consumed in Algeria:	9
I.3 Chemical composition of semolina:	10
I.4 The role of the constituents of semolina in pastification:.....	10
I.3.Pasta.....	12
I.1 Definition:.....	12
1) Extruded pasta.....	12
2) Laminated pasta	12
I.2 Composition:.....	13
I.3 The role materials of pasta:	13

1) Semolina.....	13
2) Water quality	13
I.4. Stages of pasta manufacturing:	14
1. Purification.....	15
2. Hydration and mixing	15
3. Kneading	16
4. Shaping	16
5. Drawing (extruded pastes)	16
6. Rolling (laminated pastes)	16
7. Drying	16
8. Stabilization	17
9. Cooling.....	17
I.5. Quality of pasta.....	17
1. Nutritional quality	17
2. Hygienic quality.....	18
3. Sensorial quality.....	18
4. Culinary quality	18

Chapter II: SESAME (SESAMUM INDICUM)

II. Sesame.....	20
II.1 Definition:	20
II.2 Classification:.....	20
II.3 Botanical aspect:	21
II.4 Composition:	21
II.5 Phytochemical constituents:	23
II.6 Ethnomedicinal uses:.....	24
II.7 Clinical trials:	24

Chapter III: MATERIEL AND METHODS

III.1. Objective of the study	26
III.1.1 Company presentation:	26
III.2. Equipments (Appendix I).....	27
III.3. Preparation Raw materials	27
1). Semolina:	27
2). Water:	28
3). Sesame:.....	28
III.4. Methods.....	30
III.4.1. Analysis of raw materials.....	30
1). Moisture content:	30
2). Ash content:	31
3). Wet gluten (GH) and dry gluten (GS) content:	34
4). Particle size distribution:	36
5). Color determination.....	38
III.4.2 Preparation of pasta:	38
1).Materials used:.....	38
2).Pasta production stages:.....	41
III.4.3 Physico-chemical analysis of pasta.....	43
1). Moisture content (humidity):.....	43
2). Ash content:	44
3). Color determination.....	45
III.4.4. Microbiological analysis of pasta	46
1). Mould research and enumeration:	46
2). Sulifto-Reducing Anaerobes research:	47
III.4.5 Nutritional analysis of pasta.....	50

1).Polyphenol:	50
III.5 Culinary quality	52
III.6 Sensory analysis.....	55
1). Hedonic test:	55

Chapter IV: RESULTS AND DISCUSSION

IV. Results and discussion	56
IV.1 Results of physico-chemical analysis of semolina and sesame flour:	56
1) Humidity:	56
2) Ash content:	57
3) Gluten content (Wet gluten, dry gluten and hydration coefficient):	57
IV.2 Results of technological analysis of semolina and sesame flour	58
1) Granulation of semolina:.....	58
2) Color determination:	60
IV.3 Results of microbiological analysis of semolina and sesame flour	62
1) Mould count and clostridium sulfa-reducers:	62
IV.4 Results of physico-chemical analysis of pasta.....	62
1) Humidity:	62
2) Ash content:	63
IV.6 Results of technological analysis of pasta	64
1) Color index:	64
IV.7 Results of microbiological analysis of pasta	65
1) Mould count and Anaerobic sulfa-reducers:	66
IV.8 Results of nutritional analysis of pasta	66
1) Polyphenol:	66
IV.9 Culinary quality of pasta (cooking time / swelling)	67
IV.10 Sensory analysis.....	69
1) The Color:	69

2) Odor:	71
3) The Texture:.....	72
4) The Taste:.....	74
IV.11 Stability test	76
Discussion.....	77
Conclusion and Perspectives.....	78
Bibliographical references	
Appendix	

Introduction

In recent years, the Algerian population's diet has undergone a profound change, following the path of development and industrialization, with new eating habits appearing and others disappearing. This has had both positive and negative effects on the population's health. Sesame, one of the oldest cultivated oilseed plants, is celebrated for its high nutritional value, mild flavor, and versatility across various industries, including food, cosmetics, and health products. In today's global nutrition, new food products are being prepared from new energy sources; sesame is one of these dietary supplements, very rich in 22%-25% protein. The production of pasta enriched with oilseeds, specifically sesame (*Sesamum indicum*.), represents a significant innovation in functional nutrition. This process involves integrating nutrient dense sesame components into traditional pasta dough, primarily to elevate its nutritional profile and introduce new functional properties.

The strategic incorporation of sesame aims to transform conventional pasta into a more wholesome and health-benefiting food item. The core objective of this enrichment is to enhance the pasta's content of crucial nutrients often lacking in standard wheat-based pasta.

This includes an increase in protein, dietary fiber, essential minerals (such as calcium, iron, manganese, magnesium, selenium, and zinc), and a rich array of vitamins. Furthermore, sesame is renowned for its unique lignans, notably sesamin and sesamol, which are powerful antioxidants and contribute to the health-promoting benefits of the enriched product.

This process aligns with the growing consumer demand for functional foods that offer both nutritional advantages and sensory appeal.

This choice is justified by the importance of this foodstuff (pasta) in the Algerian food system.

We are considering manufacturing a type of pasta incorporating sesame in order to improve the nutritional value of this product due to its richness in beneficial elements.

So how can we improve the nutritional and organoleptic and culinary quality of pasta? How is it prepared? What is the difference between unenriched and enriched pasta?

This work is divided into three stages: the first concerns the physico-chemical and microbiological characterization of semolina and sesame. The second stage will focus on the study of the effect of incorporating sesame flour at a rate of 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30% in the pasta produced, compared with a control pasta containing 100% semolina.

the third stage is devoted to assessing the physico-chemical and microbiological characteristics of the finished products. to conclude, a tasting test of the enriched pasta is carried out by a panel of judges.

Chapter I:
Generaleties about
wheat

I.1 Wheat

I.1 Definition / origin:

Wheat is one of the oldest plants cultivated by man. It is already mentioned in a Chinese historical work dating from 2800 BC (**Kiger and Kiger, 1967**). Hexaploïdes (soft wheat) appeared much later (**Porceddu, 1995**).

According to (**Calvel, 1984**), wheat refers to species of the genus *Triticum* in the grass family. The name of this cereal native to the Middle East, now cultivated in all temperate regions of the globe, comes from the medieval Latin blada (collective neuter plural), harvest, derived from the Frankish (Germanic) blad, product of the earth (**Couplan, 2012**).

It is a cereal whose grain is a dry, indehiscent fruit, called a caryopsis, consisting of a seed and teguments (**ŠRAMKOVA et al, 2009**).

I.2 The different types of wheat:

According to (**Apfelbaum et al 2004 and Nyabyenda 2005**), there are two types of species of wheat, each of which comprises a large number of varieties.

- **Hard wheats (*Triticum durum*)** are tetraploids with 28 chromosomes (14 pairs) (**Jeantet et al, 2007**). They are grown exclusively for their semolina, which is used in a variety of preparations (cookies, cakes and couscous), but above all in pasta production (**Mazoyer, 2002**).
- Commonly grown wheat (*Triticum aestivum*) is hexaploid, with a chromosome number of 42 (21 pairs). Their kernel (albumen) is relatively friable, giving them a good aptitude for flour processing (**Jeantet et al, 2007**).

Each of these species includes varieties whose compositional characteristics, notably proteins, make them suitable for bread-making (soft wheat) or pastification (durum wheat) (**Jeantet et al, 2007**).

According to (**Adrian et al 1995**), it is important to distinguish four types of wheat:

- Soft wheat.
- Hard wheat
- feed wheat for animal.
- Improver or corrector wheats, the addition of which in small quantities to other wheats makes it possible to obtain flours that are better adapted to the uses for which

they are intended.

I.3 Description and histological composition:

According to (Cavel 1984 and Fredot 2005), the wheat kernel has an ovoid shape more or less elongated, its examination reveals:

- A more or less rounded dorsal surface.
- A ventral face with a deep groove.
- The lower part of the germ is visible on the dorsal side.

Wheat kernels generally range in color from red to white and occasionally purple (Boudreau et al, 1992).

Wheat grain length is between 5 and 8 mm, width between 2 and 4 mm, thickness between 2.5 and 3.5 mm, longitudinal cross-section between 10 and 16 mm², cross-section between 4 and 7.5 mm², weight between 20 and 50 mg and density between 1.3 and 1.4 (Šramkova et al, 2009).

The histological composition of the wheat kernel is shown in Figure 01.

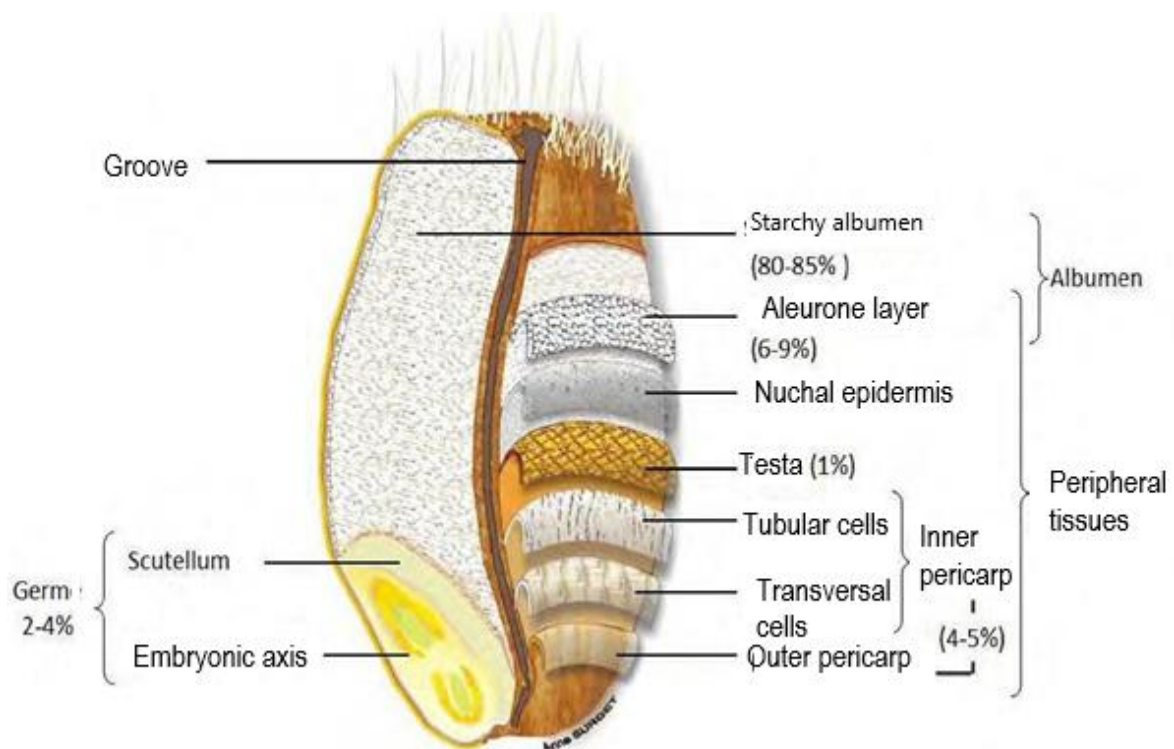


Figure I.1: Histological composition of wheat grain (Surget and Barron, 2005).

According to **(Boudreau et al 1992)**, the wheat kernel or caryopsis comprises three parts: the envelopes or bran (13%), the albumen (84%) and the germ (3%) (Figure 01).

1) The envelope

According to **(Doumandji et al, 2003)** envelopes have a protective role. Several successive layers are distinguished from outside to inside

- **Pericarp:** derived from the cells of the ovary, it consists of 3 layers: epicarp, mesocarp and endocarp.
- **Testa:** almost non-existent in cereals, but important in sorghum.
- **The epidermis:** applied to the albumen

During the milling process, these envelopes produce the sound **(Dacosta, 1986)**. Bran contains small amounts of protein, large quantities of B vitamins and trace minerals, as well as so-called dietary cellulose fibers **(Blech et al, 2007)**.

Reduction techniques cannot separate them, with the exception of the outer pericarp, which can be detached using friction techniques after moistening **(Jeantet et al, 2007)**.

2) The albumen or almond

It is a crumbly white substance made up of starch grains surrounded by a gluten network **(Fredot, 2005)**. According to **(Godon 1991)**, this is the highly-developed part of the seed in which reserves are accumulated for plant development during the early vegetative stages. It is made up of a succession of layers:

- Protein base (aleurone layer) which is very rich in protein.
- Albumen cell with starch granules in a protein matrix **(Doumandji et al, 2003)**.

Its lower part is delimited by the germ **(Fredot, 2005)**.

3) The germ

It constitutes the future plant and ensures the genetic identity of the variety. **(Boudreau, 1992)**. It is composed of:

- The embryo.
- The scutellum, which surrounds the embryo, protects it and plays a nurturing role **(Fredot, 2005)**.

According to **(Godon and Willm 1991)** and **(Feuillet 2000)**, wheat germ is rich in lipids, proteins, vitamins and minerals.

I.4 Biochemical composition:

(Namoune, 1981), reports that the biochemical composition of wheat grain is dependent on a number of factors such as climate, variety, soil type, amendments and cultivation techniques. The various families of constituents are represented in all parts of the grain (Godon, 1991). Grains are characterized by their high starch content, average protein levels and low lipid content (Jeantet et al, 2007). Other constituents vary widely in content, depending on the location of the tissue in question (Godon, 1991).

The main constituents of wheat grains are shown in **Table 01**.

Table I.1: Histological distribution of the main constituents of wheat grain (Feuillet, 2000).

	Grain	Pericarp		Aleurone		Albumen		Germ	
	% G	%T	%G	%T	%G	%T	%G	%T	%G
Protein	13,7	10	4,4	30	15,3	12	73,5	31	6,8
Lipids	2,7	0	0	9	23,6	2	62,9	12	13,5
Starch	68,9	0	0	0	0	82	100	0	0
Reducing sugars	2,4	0	0	0	0	1,8	62,7	30	37,3
Pentosans	7,4	43	33,1	46	43,8	1,6	18,3	7	2,9
Cellulose	2,8	40	87,1	3	7,6	0,1	3,1	2	2,2
Minerals	1,9	7	22,6	12	43,6	0,5	22,6	6	9,7

The products thus produced depend on the structure, interactions between the various constituents of the grain (proteins, starch, etc.), and their physicochemical and rheological properties (Dib, 2013).

1) Proteins

Proteins are proteins whose hydrolysis yields amino acids, but whose large molecule, known as a macromolecule, contains bonds other than peptide bonds (Godon, 1991).

(Vierling 1999) indicates that proteins represent 9 to 12 g/100 g of wheat. According to (Osborne 1907), these proteins are classified according to their solubility into water-soluble

albumins, salt-soluble globulins, alcohol-soluble gliadins and acid-diluted or organic-solvent-soluble glutenins (**Autran, 1970**) cited by (**Namoune, 1981**).

But the evolution of fractionation and analysis techniques has enabled a finer classification of proteins, based on their structural and genetic characteristics (**Shewry et al... 1986**) quoted by (**Dib, 2013**).

Metabolically active proteins include enzymes involved in grain development and germination (**Dacosta, 1986**).

In fact, carotenoid pigment content is associated with lipoxygenase activity, which is responsible for the oxidative degradation of carotenoid pigments during grain storage, then accelerates after wheat processing into semolina and also during pasta processing (**Borrelli et al, 2003**).

2) Lipids

According to (**Godon 1991**), lipids represent on average 2 to 3% of dry cereal grain in free form, but the majority are associated with proteins and amylose.

Wheat lipids are synthesized early. Their content decreases during ripening as proteins and starch are themselves synthesized (**Feuillet., 2000**). Only the protein base and the germ are rich in fatty acid esters (50 to 60% of fatty acids are polyunsaturated) (**Vierlinig, 1999**). (**Doumandji et al, 2003**) report that the rise in fatty acidity is at the origin of the rancidity phenomenon, which increases throughout the grain, semolina and flour preservation period.

3) Other constituents

Wheat grain contains various minerals also present, according to (**Vierling, 1999**), the contents per 100g of wheat grain are: Sodium (8mg), potassium (330mg), phosphorus (400mg), calcium (45mg) and magnesium (130mg). It is naturally low in moisture, with a water content of around 14% (**Godon, 1991**). This low water content allows the grain to be stored for extended periods, preventing the development of microorganisms, particularly molds. Wheat is an excellent source of B vitamins (**Vierling, 1999**), with the only fat-soluble vitamin being vitamin E (**Fredot, 2005**). The levels of these vitamins vary depending on soil, wheat variety, and climate. Wheat also contains antioxidant compounds like phenolic acids and carotenoids, and hormonally active substances like lignans (**Shewry, 2009**).

4) The importance composition of proteins and lipids:

Proteins play a crucial role in dough rheology (**BLOKSMA, 1990**), with gliadins and glutenins forming the gluten network. Gliadins provide dough extensibility, viscosity, and plasticity, while glutenins hold gelatinized starch granules together during baking (**WRIGLEY**

et al, 2006). The glutenin/gliadin ratio is strongly correlated with dough strength **(WASIK and BUSHUK, 1975; DEXTER and MASTUO, 1978).** Gluten's functional properties enable it to form an impermeable network during pastification. Protein content affects pasta quality, as it holds starch granules together during cooking, reducing cooking losses and viscosity **(FEILLET, 2000 and DEXTER et al, 1983).**

Lipids, which are not bound to starch, play an important role in pastification, determining dough color **(SISSONS, 2008),** and improving gluten strength during the dough kneading stage **(CHUNG, 1986).**

I.2 Semolina

I.1 Definition and characteristics:

Durum wheat semolina is considered to be the control against which other raw materials are compared. It is recognized as the main substrate for pasta production due to its gluten content, which gives pasta (couscous, pasta, etc.) specific technological and rheological properties, its hardness, unique color, flavor and cooking quality (**GODON *et al.*, 1991; FEILLET *et al.*, 1996; PETITOT, 2009**). After conversion into dough, it yields products with good culinary qualities and baking stability (**SISSONS, 2008**). Starch (74 - 76%) and protein (12 - 15%) are major constituents of durum wheat semolina (**TURNBULL, 2001; DURANTI, 2006**). The technological quality of semolina for the manufacture of pasta is defined by its ability to produce finished products whose appearance and culinary quality meet consumer expectations. These two characteristics are influenced by the biochemical composition and physical state (granulometry) of the semolina, themselves linked to the histological origin of the products (**ABECASSIS, 1991**).

For Characteristics, Semolina's technological quality for pasta production is determined by its ability to meet consumer expectations in appearance and culinary quality. Its biochemical composition and physical state, linked to its histological origin, influence these characteristics (**GODON and WILLM, 1991**). Durum wheat semolina must be packaged to preserve its hygienic, nutritional, technological, and organoleptic qualities, with unsatisfactory containers downgraded or redirected (**JORA, 2007**).

I.2. Different types of semolina consumed in Algeria:

According to **BENBELKACEM *et al* (1995)**, there are three main categories of semolina consumed in Algeria:

semolina SE: also known as extra semolina, its particles are fine. It is

- used to make industrial pasta.
- **Semolina SM:** known as medium semolina. It is generally sold as is for household use (couscous, galettes, cookies, crêpes, etc.) and for the manufacture of industrial couscous of the medium type.
- **Semolina SG:** coarse semolina is mainly used to make coarse couscous.
- **Semolina sossées super extra (SSSE):** Sizes from 190µm to 550µm, for the manufacture of pasta.
- **Super fine sieved semolina (SSSF):** With a size of 140µm to 190µm, these semolinas come from the peripheral layers of the grain (**MADANI, 2009**). In terms of quality

criteria determining the market value of wheat, 100% of wheat processors in Algeria state that the yellow color index is the first choice criterion and is of great importance to users (consumers); they justify this by the experience and know-how of consumers; the more yellow and golden the semolina, the better its gustatory quality and the color of the final products. Gluten content is the 2nd most important criterion when purchasing semolina. In fact, the higher the gluten content of the semolina, the better the quality of the end product, particularly in the manufacture of traditional Algerian breads. Ash content is the 3rd most important criterion (**KELLOU, 2008**).

Semolina quality is determined by protein content, itself linked to grain vitrosity, and grain size (grading) and thus ash content (**MADANI, 2009**).

I.3 Chemical composition of semolina:

The chemical composition of semolina is given in **Table 02**.

Table I.2: Chemical composition of semolina (**Selselet, 1991**).

Composition	Carbohydrates	Proteins	Fats and oils	Mineral materials
Content (%DM)	83.55 - 90.35	8 - 14	1.2 - 1.8	0.45 - 0.65

Semolina, from the starchy endosperm (albumen), plays a decisive role in the manufacture of durum wheat-based products. They contain, in order of importance: starch, four classes of protein, lipids, mineral salts and enzymes. The biochemical composition of semolina depends on the extraction rate, and is of great importance to pastiers, who prefer semolina from healthy, vitreous durum wheat, with homogeneous granulometry (200 to 400um), uniform color, tough, resistant gluten and minimal pitting (**BOUDREAU and MENARD, 1992**).

I.4 The role of the constituents of semolina in pastification:

- ✓ **Proteins** play a crucial role in pasta production, with gliadins and glutenins forming the gluten network. Gliadins give dough its extensibility, viscosity, and plasticity when hydrated, while glutenins hold gelatinized starch granules together during cooking (**WRIGLEY et al., 2006**). The glutenin/gliadin ratio is strongly correlated with dough strength (**WASIK and BUSHUK, 1975; DEXTER and MASTUO, 1978**). The quantity of gluten and the quality of its proteins determine the semolina pasting value and dough texture (**FEILLET, 2000**). Protein content affects the culinary quality of pasta produced,

as it holds starch granules together during cooking, reducing cooking losses and lowering viscosity (**DEXTER et al. 1983**).

- ✓ **Carbohydrates and Polysides** also play a role in pasta manufacturing. Starch absorbs around 45% of the water added to the semolina, which varies according to the degree of damage to the granules and its ability to form non-covalent bonds with proteins (**FEILLET, 2000**). Soluble carbohydrates like amylose may be responsible for dough viscosity (**GRANT et al. 1993**) and elasticity, reflecting changes in cooking behavior. With increasing amylose levels, dough has reduced extensibility and elasticity, leading to increased dough firmness (**HUNG et al., 2005**).
- ✓ **Lipids** play an important role in pastification, determining dough color (**SISSONS, 2008**) and interaction with semolina components, mainly proteins (**CHUNG, 1986**).
- ✓ **Production water** must be free of organic matter, low-hardness, and uniform throughout the mixing process (**BOUDREAU and MENARD., 1992**).
- ✓ **Optional ingredients** can be used in pasta preparation, such as:
 - Composition such as whole eggs, egg whites, vegetables, wheat germ, vegetable fibers, legumes etc.
 - taste (herbs and salt)
 - appearance (coloring agents such as spinach and tomato) or baking properties (surfactants).

Incorporating eggs can improve the nutritional value and appearance of dry dough, but requires bacteriological control and the installation of a refrigerated chamber or tanks to minimize salmonella development (**BOUDREAU and MENARD., 1992**).

I.3.Pasta

I.1 Definition:

Pasta can be described as a ready-to-use culinary product, prepared by kneading, without fermentation, durum wheat semolina mixed with drinking water and possibly eggs (140 to 350 g of fresh eggs per kg of semolina), and subjected to appropriate physical treatments such as drawing, rolling and drying, giving it the appearance desired by users. The addition of gluten, vegetables and herbs is also permitted (**FEILLET, 2000**).



Figure I.2: Various shapes of Pasta.

Classification of pasta According to **BOUDREAU and MENARD (1992)**, pasta comes in a wide variety of forms. However, they can be classified into two quite distinct categories, depending on the machines from which they are produced: **extruded pasta and laminated pasta**.

1) Extruded pasta

These are pasta products prepared using presses fitted with dies, which form long pasta with a length in the uncooked state of around 25 cm, such as macaroni and spaghetti, as well as cut or short pasta with a maximum length of 6 to 8 cm, such as rings, various elbows and certain soup pastas. (**BOUDREAU and MENARD, 1992**)

2) Laminated pasta

These are pre-produced by presses fitted with a slotted die, or by special mixers capable of producing pasta in sheet form. This category includes soup pasta, ribbon pasta, stuffing pasta and other types of pasta (**BOUDREAU and MENARD, 1992**).

I.2 Composition:

The biochemical composition of pasta is given in the following **Table I.3**:

Table I.3: Biochemical composition of pasta products (sissons, 2004).

Elements	Content (/100g pasta)
Calories (Kcal)	335-350
Water (g)	8.6-12.5
Protein (g)	12-12.8
Carbohydrates (g)	74-76.5
Fat (g)	1.2-1.8
Fiber (g)	2-3
Minerals :	
Calcium (mg)	22-22.5
Iron (mg)	1.2-2.1
Phosphorus (mg)	165-190
Potassium (mg)	220-260
Sodium (mg)	2-4
Vitamins :	
Thiamine (mg)	0.09-0.22
Riboflavin (mg)	0.06-0.31
Niacin (mg)	2-3.1
Vitamin B6 (µg)	0.15-0.2
Folacin (µg)	30-36

I.3 The role materials of pasta:

1) Semolina

Durum wheat semolina is considered to be the control against which other raw materials are compared. It is recognized as the main substrate for pasta production due to its gluten content, which gives pasta (couscous, pasta, etc.) specific technological and rheological properties, its hardness, unique color, flavor and cooking quality (**Petitot, 2009**). After conversion into dough, it yields products with good culinary qualities and baking stability (**Sissons, 2008**). Starch (74 - 76%) and protein (12 - 15%) are major constituents of durum wheat semolina (**Duranti, 2006**).

2) Water quality

The quality of water used in pasta production is crucial for ensuring the final product's consistency, texture, and flavor. Here are the key aspects regarding the quality of water in this process:

1. Purity and composition

Water must be clean and free from impurities, including microorganisms and harmful chemicals. It should ideally have a neutral PH (around 7) to avoid any adverse effects on the dough's hydration and the overall quality of the pasta (**Water purification in pasta production and product quality 16-09-2019**).

2. Temperature

The temperature of the water is also significant. Warm water (between 40°C and 60°C) is preferred as it helps maintain the color of the pasta and ensures a smoother dough consistency. This temperature range aids in the proper hydration of semolina, which is essential for developing the gluten network necessary for pasta structure (**Sustainable pasta and noodle production methods-spans SURABHI AGARWAL 27-09-2024**).

3. Hydration levels

The amount of water added to the semolina is typically around 30-32% of the total dough weight. This precise hydration level is critical, too little water can lead to uneven hydration, resulting in poor texture and appearance, while too much can make the pasta sticky and difficult to cook properly (**Biotechnological approach to preserve fresh pasta quality 2017**).

4. Water activity

Water activity (AW) is a measure of the moisture available for microbial growth and is vital for controlling the shelf life and quality of pasta. Maintaining optimal water activity during production helps prevent spoilage and ensures that the pasta retains its desired texture and flavor (**Importance of water activity measurement in pasta PST**).

5. Sustainable practices

With increasing environmental concerns, many pasta manufacturers are adopting sustainable water management practices, and implementing systems to minimize water usage during production. Such practices not only help in conserving water but also improve the overall quality of the pasta (**Water footprint of a large-sized food company 2013**).

I.4. Stages of pasta manufacturing:

The manufacturing process is presented as follows:



Figure I.3: Sosemie pasta production diagram.

1. Purification

Before processing, the semolina must be cleaned to remove flour dust and any impurities it may still contain (small wood splinters, pieces of label, small lumps of semolina granules, insect larvae, etc.). Removing these foreign bodies is extremely important, as their presence is likely to cause manufacturing defects. This operation is generally carried out by sieving (**BOUDREAU and MENARD., 1992**).

2. Hydration and mixing

The process involves spraying 25 to 34 kg of water onto 100 kg of semolina, resulting in a final water content of 44 to 49% of the dry matter. This water content considers the initial

moisture content of the semolina, which is typically 14% (ABECASSIS et al., 1994). The dough is mixed in a mixer at 120 rpm for 20 minutes (PETITOT et al., 2010), using an automatic feeder and dispenser. Kneading does not develop the dough (BOUDREAU and MENARD., 1992).

3. Kneading

To obtain a homogeneous dough - the water is absorbed by all the semolina particles - knead continuously for 15 to 20 minutes. The water must be absorbed into the semolina. At the end of kneading, the dough is guided towards the extrusion screw (BOUDREAU and MENARD., 1992).

4. Shaping

The dough is shaped either by lamination or by the most commonly used extrusion principle.

5. Drawing (extruded pastes)

The process of drawing pasta involves kneading dough, pushing it through a vacuum chamber to prevent air from being extruded and oxidation of carotenoid and phenolic pigments. The paste is then pushed through an Archimedes screw to a mold, which determines shape and appearance. Teflon holes are made in the molds for a smooth surface (BOUDREAU and MENARD., 1992). This is done at a pressure of between 80 and 140 bar (PETITOT et al., 2009). The extrusion temperature should not exceed 40°C to prevent starch gelatinization and maintain a compact protein structure.

6. Rolling (laminated pastes)

Laminating is a process where dough is kneaded and rolled into a sheet between rotating cylinders, then cut into desired strands. The extrusion and rolling techniques differ in the mechanical energy used to form the dough (ABECASSIS et al., 1994). Extrusion transfers higher energy, which is dissipated as heat. Shear stress is applied during extrusion, while elongational stress is applied during rolling. These parameters can result in different dough structures due to stress, heat, and pressure (PETITOT et al., 2010).

7. Drying

Pasta is dried to a maximum moisture content of 12,5% after kneading and extrusion, which is the most delicate operation in the manufacturing process (BOUDREAU and MENARD., 1992). This process consists of three phases: **Pre-drying** involves removing water from the product for 5 minutes at a

temperature 90°C, reducing humidity from 30 to 28 to prevent product sticking. **Pre-drying** removes all water from the product for 45 minutes, depending on the size, at a temperature 85°C, reducing humidity from 28 to 17 or 18. Finally, **final drying** removes all free water and bound water, reducing humidity from 17 or 18 to 12 at a temperature 75°C for 3h40mn, depending on the format.

8. Stabilization

It allows water to migrate from the inside to the outside in conditions of high temperature and high relative humidity, without drying out the product.

9. Cooling

Suitable for:

- Cool the product at a temperature of 28°C for 2 minutes.
- Stop drying.
- Avoid absorbing moisture from the air.

I.5. Quality of pasta

The technological quality of the semolina used to manufacture pasta is determined by its capacity to produce final products whose appearance and culinary quality satisfy customer expectations. In essence, the quality of pasta is determined by the quality of the semolina or wheat used. Grain size and the chemical composition of the semolina affect these two properties. Low-hardness water is advised for improved dough color, as is the water used for mixing. However, manufacturing care, particularly drying and storage, significantly affects quality. The ideal (perfect) pasta should have a maximum moisture level of 12 or 13% and be completely dry. It is also necessary to consider their nutritional, hygienic, sensorial and culinary qualities (**BOUDREAU et MENARD., 1992**).

1. Nutritional quality

Pasta's nutritional quality is assessed based on several factors, including its cooking weight, fat content, and the presence of egg pasta. Cooked pasta is equivalent to 60-70g of raw pasta, and it absorbs water twice its weight, losing 6-10% of its dry matter. Pasta is often added with fat, cheese, and minced meat. In some countries, egg pasta is the most popular type, with five or six eggs per kilogram of semolina (**According to FEILLET 2000**). Pasta is a good source of energy and protein, low in fat, and provides almost 10% of daily calorie requirements. It contains 10-12g of protein, with egg pasta containing 12-14g. Protein intake is not negligible, as 100g of pasta contains 10-12g, with egg pasta containing 12-14g. The grain's minerals and vitamins are concentrated in the peripheral parts, separated from semolina during milling.

Pasta's carbohydrates are mainly complex, easily digestible, and have a long duration of action and satiety, making it suitable for endurance athletes (**According to FORTIN 1999**).

2. Hygienic quality

Pasta is generally safe, but contamination is a concern. Salmonella and staphylococcus are common in egg pasta, even if powdered. Mycotoxins and residues from phytosanitary products can also cause toxicity. Impurities like rodent hair and insect debris can also be present in semolina. Milling operations rely on physical separation methods, such as sieving systems. Manufacturers have made efforts to improve the hygienic quality of their equipment, typically made of stainless steel, and make it easy to clean. However, it is impossible to guarantee the absence of harmless foreign matter (**BOUDREAU and MENARD., 1992**).

3. Sensorial quality

It is mainly determined by four groups of factors:

- ✓ **The color:** of pasta is determined by four factors: the yellow index, which is influenced by the richness of carotenoid lipid pigments, the presence of lipoxygenase in semolina, and the presence of polyphenol oxidases (**FEILLET et al., 2000**). The brown color can be caused by an excess of nitrogen during cultivation, the presence of albumin, and the presence of polyphenol oxidases. The brown index increases with the percentage of semolina extraction, reaching a maximum. High temperatures at the start of drying reduce enzymatic activity, lowering the brown index.

- ✓ **Number and origin of punctures:** White pitting is caused by insufficient semolina mixing, malfunctioning deaeration systems, or mitadinated wheat in the semolina mixing. Brown pitting is caused by insufficient semolina purification during milling, the presence of bran particles by poorly adjusted sifters, or poor wheat conditioning. Black pitting is caused by speckled grains or strongly colored foreign seeds.

- ✓ **Cracks** appear on the surface and inside the dough instantaneously during drying or delayed during storage. These phenomena are mainly the result of excessively high tensions caused by poor drying, resulting in breakage during packaging and poorer baking properties. The smooth, shiny appearance of pasta is mainly due to the type of die used in the press, such as Teflon or worn bronze. (**FEILLET et al., 2000**).

4. Culinary quality

The culinary quality of pasta includes minimum, optimum, and maximum cooking times, water absorption, texture, and aroma and taste (**FEILLET 2000**). The aim of cooking pasta at home is to bring its constituents (starch and gluten) to the desired temperature, gelatinizing the

Chapter I: PASTA

starch for digestibility and modifying the pasta's texture to give desired consumer characteristics (**LUCISANO et al., 2012**). The state of cooking must be al dente, allowing the pasta to resist slightly under the tooth. The texture of cooked products, which reflects firmness and chewability, depends mainly on the protein content and viscoelasticity of the gluten. The higher these are, the firmer the pasta for a given cooking time (**BOUDREAU and MENARD, 1992**). The aroma and taste of the pasta are also important factors to consider.

**Bibliographical
references**

A :

ABECASSIS J., (1991) : La mouture du blé dur ; in : « Les industries de première transformation des céréales » éd. Tec et Doc, LAVOISIER. Paris.

ABECASSIS ,1999 Le taux de cendres varie dans le grain selon la variété de blé, la région de culture, les méthodes culturales et l'année de récolte.

ABECASSIS J., 1993. Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. Industries des céréales (81).

ABECASSIS et al., 1994 Les deux techniques utilisées sont différentes au niveau de l'énergie mécanique dont elle employée pour le formage de la pâte.

ADRIAN J., POTUS J. & FRANGE R., 1995. La science alimentaire d'A à Z. 2ème édition. Ed. Lavoisier, Paris.

APFELBAUM M., ROMON M. & DUBUS M. (2004). Diététique et nutrition. Ed. MASSON, Paris.

Autoran et al.1986 ; Nashi et al., 2011 Mémoire du diplôme de Magister en sciences alimentaires. **Thème :** Pâte traditionnelle algérienne aux épinards « Type de MkARTFA ». Université Constantine 1 Institut de l'alimentation et des technologies agroalimentaires.

ABECASSIS et al. 1994; FRANK et al. 2002; PETITO et al. 2009c; method 16-50-AACC 1990 in NASEHI et al. 2009

AFNOR., 1995. Recueil de normes - contrôle de la qualité des produits alimentaires : analyse sensorielle. 5ème édition, Paris.

Antonella Pasqualone- 2021: Storage stability of durum wheat pasta enriched with seaweeds flours

β:

Boudreau A., Matsuo R. & Laing W., 1992. L'industrie des pâtes alimentaires. In « le blé. Eléments fondamentaux et transformation ». Coordonnateurs : BOUDREAU A. et Menard G., Ed. Les presses de l'Université Laval, Canada.

BLECH A., LIN J., NGYEN S., CHAN R., ANDERSON O.D. & DUPONT F. M., 2007. Transgenic wheats with elevated levels of Dx5 and/or Dy10 high molecular weight glutenin

subunits yield doughs with increased mixing strength and tolerance. *Journal of Cereal Science*.

BORRELLI G.M., DE LEONARDIS A.M., FARES C., PLATANI C. & DI FONZO N., 2003. Effects of modified processing conditions on oxidative properties of semolina dough and pasta, *Cereal Chemistry*.

BLOKSMA A.H., 1990 b. Dough structure, dough rheology and baking quality. *Cereal Foods World*, 35:237-244.

BENBELKACEM A., SADLI F et BRINIS L., (1995) : La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. Ed. CIHEAM : option méditerranéennes. Zaragoza.

BEN BELKACEM et al., 1995 Les céréales fournissent plus de 60 % de l'apport calorique de la ration alimentaire nationale.

BOUDREAU A et MENARD G., (1992) : Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Ed. Les presses de l'université de LAVAL. Québec.

BOUDREAU et MENARD., 1992 l'eau ayant servi au malaxage ; des eaux de faible dureté sont recommandées pour une meilleure couleur de pâte. Mais la qualité est tributaire également des soins apportés dans la fabrication et, notamment, au séchage et à la conservation ; les bonnes pâtes doivent être bien sèches, la teneur maximale en humidité ne doit pas dépasser 12 ou 13%. Leurs caractéristiques culinaires, hygiéniques et nutritionnelles doivent être considérées.

BOUDREAU et MENARD., 1992 l'eau doit être tiède et de température ne doit jamais dépasser 35 C ° et uniforme tout au long du malaxage, notamment en hiver où la semoule est stockée à l'extérieur.

BOUDREAU et MENARD., 1992 L'élimination de ces corps étrangers est d'une extrême importance, car leur présence est susceptible d'occasionner des défauts de fabrication. Cette opération est généralement effectuée par le tamisage.

BOUDREAU et MENARD., 1992 Les trous dans les moules sont faits avec du téflon, de telle façon que les pâtes ont une surface bien lisse.

BOUDREAU et MENARD., 1992 un grand effort a été fait par l'ensemble des fabricants pour améliorer la qualité hygiénique de leurs équipements qui sont le plus souvent en acier inoxydable et le mode de construction des machines à malaxage et à extrusion permet un nettoyage relativement aisé.

BAR, 1995 ; Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Guide pratique. ITCF.Paris.

Biotechnological approach to preserve fresh pasta quality 2017.

§:

Calvel R., 1984. La boulangerie moderne. 10ème Édition, Ed. EYROLLES, Paris.

COUPLAN F., 2012. Les plantes et leurs noms, histoire insolites. Ed. Quæ.

CHUNG O.K., 1986. Lipid-protein interactions in wheat flour dough, gluten and protein fractions. *Cereal Foods World* 31, 242-256.

Calvel R., 1984. La boulangerie moderne. 10ème Édition, Ed. EYROLLES, Paris.

Đ:

DOUMMANJI A., DOUMMANJI S. & DOUMMANJI M.B., 2003. Technologies de transformation de blé et problèmes dus aux insectes au stock « cours de technologie des céréales ». Ed office des publications universitaires, Alger. Algérie.

DACOSTA Y., 1986. Le gluten et ses applications. Ed. APRIA.

DIB A., 2013. Aptitudes technologiques et culinaires de pâtes alimentaires enrichies au germe de blé. Thèse de magister, option : Technologies Alimentaires, Constantine, Algérie.

DEXTER J.E., MASTUO R.R., 1978. The effect of gluten protein fractions on pasta dough rheology and spaghetti-making quality. *Cereal Chemistry* 55, 44-57.

DEXTER J.E., MASTUO R.R., MORGAN B.S., 1983. Spaghetti stickiness: Some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics. *Journal Food Sci.* 48:1545-1559.

DURANTI M., 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. Fitoterapia.

D'egidio M.G., MARIANI B.M., NARDI S. & NOVARO P., 1993. Viscoelastograph measures and total organic matter test: Suitability in evaluation of textural characteristics of cooked pasta. *Cereal Chemistry* 70, 67-72.

E:

EDWARDS N.M., IZYDORCZYK M., DEXTER J.E. & BILIADERIS C.G., 1993.

Cooked pasta texture: comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. *Cereal Chemistry* 70,122-126.

Eman M. Abdo-2024: Pasta enriched with de-oiled sesame and yellow pepper flours: Evaluation of physicochemical properties, protein quality, and antioxidant potential.

F:

Franket al., 2002 Physical and Cooking Quality of Spaghetti Made from Whole Wheat Durum. America Association of Cereal Chemists, Inc:C-0604-01R.

Fredot E., 2005. Connaissances des aliments. Bases alimentaires et Nutritionnelles de la diététique. Ed : Tec et Doc.

Feuillet P., 2000. Le grain de blé, composition et utilisation. Institut national de La recherche agronomique, INRA, Paris.

FEILLET P., (2000): Le grain de blé : composition et utilisation. Ed. INRA. Paris.

FEILLET P., DEXTER J.E., 1996. Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. In: KRUGER J.E., MASTUO R.R., DICK J.W. *Pasta and Noodle Technology*, ED: AACC, St Paul, Minnesota.

FEILLET, 2000 la quantité de gluten et la qualité de ses protéines sont des facteurs prédéterminant de la valeur pastière de la semoule et de la texture de la pâte.

FEILLET et al., 2000 Le degré de purification des semoules, apprécié par la teneur en matières minérales (TMM), exerce un effet prononcé sur le brunissement des pâtes alimentaires ; plus la semoule est contaminée par les parties périphériques du grain, plus les pâtes correspondantes sont brunes.

Selon FEILLET 2000 Dans certains pays, les pâtes aux œufs sont les plus consommées. Elles peuvent contenir cinq ou six œufs par kilogramme de semoule, ce qui modifie profondément leur valeur nutritionnelle.

According to FORTIN 1999

F.A.O, 2011. Base de données de l'organisation mondiale de l'agriculture et de l'alimentation.

FAO, 1996 Codex Alimentarius : Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales. FAO. Vol 7. 2ème édition. Rome, 164 p

Ġ:

Godon B., 1991. Composition biochimique des céréales : grains d'avoine, blé, maïs orge, seigle, triticales, PP 75 – 104 in « les industries de première transformation des céréales »
GODON B., WILLMC., TEC & DOC APRIA, paris.

Godon B., Willm C., 1991. Les industries de première transformation des Céréales.
Technique et Documentation –Lavoisier.

GODON B et WILLM C., (1991) : Les industries de premières transformations
des céréales. Ed. Tec et Doc. LAVOISIER. Paris, ISBN : 2-7430-0123-2.

GRANT L. A., DICK J. W., SHELTON D. R., 1993. Effects of drying
temperature, starch damage, sprouting, and additives on spaghetti quality
characteristics. *Cereal Chem.* 70:676-684.

GRANT et al. 1993 Les carbohydrates solubles comme l'amylose exsudé à partir des granules
d'amidon au cours de la cuisson peuvent être responsable de la viscosité des pâtes.

GUEZLANE L. & ABECASSIS J., 1991. Méthodes d'appréciation de la qualité culinaire
du couscous de blé dur. Ind. Alim. Agr, 11: 966-971.

Godon et Loisel 1997 Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales (Collection
STAA, 2^e Éd), Tec et Doc /Lavoisier.

Ĥ:

HUNG P.V., YAMAMORI M., MORITA N., 2005. Formation of enzyme-
resistant starch in bread as affected by high amylase wheat flours substitutions.
Cereal Chemistry 82,690-694.

HUNG et al., 2005 une tendance à l'augmentation de la fermeté de la pâte.

Ĭ:

ISO 73211990: cereals, pulses and derived products, determination of ash
by incineration at 550°C.

Importance of water activity measurement in pasta PST.

J:

JEANTET R., CROGUENNEC T., SCHUCK P. & BRULE G., 2007. Science des aliments biochimie, microbiologie, procédés et produits. Volume 02. Technologie des produits alimentaires. Ed. Lavoisier TEC & DOC Paris.

JORA, (2007) : Journal Officiel de la république Algérienne ,2007.

K:

KIGER J.L. & KIGER J.G, 1967. Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime. Ed., DUNO. Paris.

KELLOU R., (2008) : Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop. Série « Master of science » n°93 à l'institut agronomique Méditerranéen de Montpellier. Éd. CIHEAM-IAMM.

Kelsey Kloss. 18th of April,2023. U.S Department of agriculture.18th of April,2023.

L:

LUCISANO et al., 2012 La cuisson d'une pâte alimentaire à la maison vise à amener ses constituants (amidon et gluten) à la température désirée, c'est-à-dire à gélatiniser l'amidon pour le rendre digestible et à modifier la texture des pâtes de manière à leur donner les caractéristiques souhaitées par le consommateur.

M:

MADANI M., (2009) : qualité technologique de quelque céréale (blé tendre, blé dur, orge et triticales c/s du laboratoire de technologie de l'ITGC.

Manthey, F.A, Hall, C.A.2007. Effect of processing and cooking on the content of minerals and protein in pasta containing buckwheat bran flour. Journal of the science of food and agriculture, 87, 11, 2026-2033.

Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Ministerial Decree No. 1489 of 1996 on the organization, manufacture, circulation and control of fodder.

Mohammed Saleh-2024: Impact of sesame (sesamum indicum L.) oil cake on pasta physicochemical properties. Article.

Mayo Clinic: Mineral: The Lancet: carbohydrate quality and human health and Harvard T.H. Chan School of Public Health: Fiber.

Ñ:

NYABYENDA P., 2005. Les plantes cultivées en région tropicales d'altitude d'Afrique. Ed. LES PRESSES AGRONOMIQUES DE GEMBOLOUX.

NAMOUNE H., 1981 Influence de taux d'extraction sur la composition biochimique des semoules et la qualité des pâtes alimentaire de deux variétés de blé dur algériens, Mémoire D'ingénieur agronome, Département de technologie des IAA et de nutrition humaine, Alger, Algérie.

NA 1132/2012 ISO 712/1998: Cereals and cereal products determination of water content reference method.

NA 113211990: cereals and cereal products, determination of water content (practical method with or without grinding and without conditioning).

NA 1133/1990: cereals and cereal products, determination of water content (practical method with grinding and conditioning).

NA 735/2012 ISO 5531: Determination of wet gluten in wheat flour.

NA 1828; - Particle size determination, Instructions for use of the rotachoc manual

Standard **NA 15157(ISO 7937: 1997)** Food microbiology -Horizontal method for the enumeration of clostridium perfringens -Colony counting technique.

Standard **NA 1210 (ISO 7954)** Microbiology-General guidelines for the enumeration of yeasts and moulds - Colony counting technique at 25°C.

NASEHI B., MORTAZAVI S.A., RAZAVI S.M.A., NASIRI MAHALLATI M. & KARIM R., 2009. Optimization of the extrusion conditions and formulation of spaghetti enriched with full-fat soy flour based on the cooking and color quality. International Journal

of Food Sciences and Nutrition, Informa UK Ltd 60 (S4) : 205-214.

Ö:

Obaton M, 1980- Activité nitrate réductase et nitrogénase en relation avec la photosynthèse et les facteurs de l'environnement. Bulletin ASF.

OSBORNE et SHEWRY. (1907): proteins of the wheat kermel. publ 84, Carnegie inst. Washington.

P:

PORCEDDU E., 1995. Durum wheat quality in the Mediterranean countries. pp 11-30 in “Durum wheat quality in the Mediterranean region: série A, séminaire Mediterraneens n°22 “ICARDA / CIHEAM / CIMMYT.

PETITOT M., ABECASSIS J., MICARD V., 2009a. Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. *Food Science technology* 20. 521-532.

PETITOT et al., 2009 les pâtes sont universellement consommées en raison de la simplicité de leur fabrication, leur facilité de transport, leur excellente aptitude à la conservation et au stockage, leur bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, la diversité des modes de préparations sont autant d’atouts qui favorisent leur utilisation et leur consommation.

PETITOT et al., 2010 La teneur en gluten des semoules exerce une influence considérable sur les propriétés viscoélastiques des pâtes et sur la qualité culinaire du produit fini.

Polyphenol Analysis"Encyclopedia Feb 11, 2022- Tapia Quirós, Paulina, María Fernanda Montenegro, Mònica Reig, Xanel Vecino, Jose Luis Cortina Pallas, Javier Saurina, Mercè Granados.

Polyphenol Analysis"Encyclopedia, <https://encyclopedia.pub/entry/19312> (accessed June 15,2025).

Polyphenol Analysis Encyclopedia Feb 11, 2022- Tapia Quirós, Paulina, María Fernanda Montenegro, Mònica Reig, Xanel Vecino, Jose Luis Cortina Pallas, Javier Saurina, Mercè

Granados.

Petitot M., 2009. Pâtes alimentaires enrichies en légumineuse. Structuration des constituants au cours du procédé : impact sur la qualité culinaire et les propriétés nutritionnelles des pâtes. Thèse de doctorat en sciences agronomiques de Montpellier.

Q:

Ř:

Š:

ŠRAMKOVA Z., GREGOVA E. & STURDIK E., 2009. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. Acta chimica slovac, vol.2, No.1.

SISSONS M., 2008. Role of durum wheat composition on the quality of pasta and bread. Food 2 (2), 75- 90. Global Science Books.

SISSONS, 2008 Les lipides constituent un facteur déterminant de la couleur de la pâte.

SURGET A. & BARRON C., 2005. Histologie du grain de blé, Industrie des céréales n°145.

SELSELET, 1991 le dosage de gluten varie en fonction de la variété, des conditions de culture et le stade de maturité des grains.

Sissons, M. (2004). "Pasta." Encyclopedia of Grain Science, Three-Volume Set.

SURABHI AGARWAL, 27-09-2024. Sustainable pasta and noodle production methods-spans.

Shewry, P.R (2009). The health grain programme opens new opportunities for improving wheat for nutrition and health. Nutrition Bulletin, 34, 2, 225-231.

T:

TURNBULL K., 2001. Quality assurance in a dry pasta factory. In: KILL R.C, TURNBULL K (Ed) *Pasta and Semolina Technology*, Blackwell Scientific, Oxtord.

U:

V:

Vierling E., 1999. Alimente et boisson : filière et production. Ed : science des Aliments.

Ŵ:

WRIGLEY C., BRKES F., BUSHUK W., 2006. Gliadin and Glueinin: The unique balance of wheat quality (1st Edn), *AACC International, MN*.

WRIGLEY et al., 2006 La ténacité et l'élasticité de la pâte s'expliquent par les propriétés très particulières des gluténines pour maintenir les granules d'amidons gélatinisé au cours de la cuisson

WASIK R.J., BUSHUK W., 1975. Relation between molecular weight distribution of endosperm proteins and spaghetti making quality. *Cereal Chemistry* 52,322-328.

WASIK et BUSHUK., 1975 ; DEXTER et MASTUO., 1978 Des études ont montré qu'il y a une forte corrélation entre le rapport des gluténines /gliadines et là force

Water purification in pasta production and product quality 16-09-2019

Water footprint of a large-sized food company 2013.

X:

Ŷ:

Ẑ:

Appendix

Appendix I

1) Materials used

- Cruet
- Porcelain capsule
- Desiccator
- Oven
- Isothermal oven
- Incineration basket
- Pipette
- Spatula
- Beaker

2) Microbiological

- Marie bath
- Bec benzen
- Petri dishes
- Oven adjustable to 25°C
- Oven adjustable to 37°C
- 1 ml pipettes for bacteriological use
- test tubes

• OGA (Oxy-tetracycline Agar) for yeast and mold detection

- composition for 1.1 liters of medium:
- Autolytic yeast extract
- Glucose
- Oxytetracycline
- Agar agar

• VF: Meat liver agar for the enumeration of aerobic sulfite-reducing germs

- Meat liver base
- Glucose
- Agar

- Water
- Ph= 7.4

3) Nutritional

- Gallic acid standard.
- Sodium carbonate (Na_2CO_3).
- Extraction solvent (methanol, 99.5% purity).
- HCl (to acidify the solvent).
- Folin-Ciocalteu reagent.
- Distilled water.
- Spatula for weighing.
- Beaker, volumetric flasks, test tubes.
- Funnel.
- Test tubes.
- Special plastic tubes for centrifugation.
- Tube rack.
- Cuvettes.
- Micropipettes with tips.
- Grinder.
- Precision balance.
- Vortex mixer.
- Centrifuge.
- Water bath.
- Spectrophotometer.
- Filter paper.
- Aluminum foil.

Appendix II

1) Analysis of Moisture content (Humidity):

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-17
		Version : 00
	DETERMINATION TAUX D'HUMIDITE PAR LA METHODE REFERENCE	Date: 10 MARS 2018 Page : 2 sur 2

1-OBJET :

Le présent mode opératoire décrit une méthode de détermination de la teneur en eau par la méthode de référence.

2-DOMAIN D'APPLICATION :

Le présent mode opératoire s'applique aux échantillons de farine, semoules pâte, couscous, grains broyés, prélevés au sein de la production de l'EURL SOSEMIE.

3- REFERENCE :

- NA 1132/2012 ISO 712/1998 : Céréales et produits céréaliers détermination de la teneur en eau méthode de référence.

4- DEFINITION :

La teneur en eau est la perte de masse, exprimée en pourcentage, subi par le produit dans des conditions décrites dans la norme.

5- PRINCIPE :

Broiement éventuel d'un échantillon après conditionnements nécessaires. Séchage du produit à une température entre 130°C et 133°C.

6- APPAREILLAGE :

- Broyeur : permettant un broyage rapide et uniforme, sans provoquer d'échauffement sensible du produit.
- Balance analytique.
- capsule métallique.
- Étuve isotherme réglable à la 130°C±0,3°C.
- Dessiccateur muni d'un robinet et doté d'un agent déshydratant.
- Pince en acier inoxydable.

7-MODE OPERATOIRE :

- Effectuer deux déterminations sur le même échantillon pour essai.
- Peser rapidement à 5g±1g de l'échantillon dans la capsule notée m_0 .
- sécher et tasser préalablement la capsule, couvrir et enregistrer la masse m_1 .
- Introduire la capsule ouverte contenant la prise d'essai et son couvercle dans l'étuve, et les laisser pendant 120min±5min et 90min dans le cas des farines.
- Ne pas ouvrir la porte de l'étuve durant le séchage ni introduire de nouvelles prises d'essai humides avant de retirer les prises d'essai sèches, dans le cas d'essai en série.

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-17
		Version : 00
	DETERMINATION TAUX D'HUMIDITE PAR LA METHODE REFERENCE	Date: 10 MARS 2018 Page : 2 sur 2

- Ne jamais superposer les capsules dans le dessiccateur, mais les disposer toujours côte à côte.
- Retirer rapidement les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur pour refroidir durant.
- Dès que la capsule est refroidie (entre 30 min à 45min) la peser, noter m_1 la masse de la prise d'essai séchée avec la capsule.

8-CALCULE ET EXPRESSION DES RESULTATS :

- La teneur en eau, exprimée en gramme pour 100g du produit tel quel, est donnée par :

$$TH = \left(1 - \frac{M_1}{M_0}\right) \times 100$$

- Où :

M_0 : $m_0 - m_1$ Est la masse, en gramme, de la prise d'essai.

M_1 : $m_1 - m_2$ Est la masse, en gramme, de la prise d'essai après séchage.

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

2) Analysis of Ash content:

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-15
		Version : 00
	DETERMINATION TAUX DE CENDRES PAR INCINERATION A 550°C	Date: 10 MARS 2018 Page : 1 sur 3

1-OBJET :

Le présent mode opératoire décrit une méthode de détermination des cendres par incinération à 550 °C

2-DOMAIN D'APPLICATION :

Le présent mode opératoire s'applique aux échantillons de farine, semoules pâte, couscous, prélevés au sein de la production de l'EURL SOSEMIE.

3- REFERENCE :

- NA 1132/1990 : céréales et produits céréaliers, détermination de la teneur en eau (méthode pratique avec ou sans broyage et sans conditionnement).
- NA 1133/1990 : céréales et produits céréaliers, détermination de la teneur en eau (méthode pratique avec broyage et conditionnement).
- ISO 732/1990 : céréales légumineuses et produits dérivés détermination des cendres par incinération à 550°C.

4-DEFINITION :

Les cendres constituent le résidu obtenu après incinération à 500°C dans, exprimé en pourcentage en masse par rapport à la matière sèche.

5-PRINCIPE :

L'incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydant à une température de 550°C jusqu'à combustion complète de la matière organique et obtention d'une masse constante.

6-APPAREILLAGE :

- Broyeur : permettant un broyage rapide et uniforme, sans provoquer d'échauffement sensible du produit.
- Balance analytique.
- Nacelles à incinération.
- Four à moufle réglable à la 550°C±10°C.
- Plaque unie thermorésistante.
- Dessiccateur muni d'un robinet et doté d'un agent déshydratant.
- Pince en acier inoxydable.

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-15
		Version : 00
	DETERMINATION TAUX DE CENDRES PAR INCINERATION A 550°C	Date: 10 MARS 2018 Page : 2 sur 3

7-PRODUIT CHIMIQUE :

- Ethanol à 95° ou Huile végétale exempte de résidu à l'incinération.

8-MODE OPERATOIRE :

1- Préparation des nacelles à l'incinération :

Effectuer le nettoyage des nacelles par immersion complète pendant 1h environ :

- Soit dans l'acide nitrique dilué au 1/10 exempt de chlore.
- Soit dans l'acide chlorhydrique dilué au 1/10 e exempt de nitrates.
- Soit dans des carbonates alcalins.
- Dans tous les cas, le rinçage doit se faire avec de l'eau distillée chaude.
- Immédiatement avant l'emploi, chauffer durant environ 15min les nacelles dans le four à moufle réglé à 550°C±10°C, les laisser ensuite refroidir à température ambiante dans le dessiccateur pendant 1h environ.

2. Préparation de l'échantillon pour essai :

- Effectuer deux déterminations sur le même échantillon pour essai.
- Effectuer immédiatement la détermination de la teneur en eau et sur les mêmes échantillons pour laboratoire.
- Vérifier la netteté de toutes les surfaces sur les quelles seront déposées les nacelles.
- Ne pas toucher les nacelles avec les doigts, mais utiliser la pince.
- Broiement éventuel d'un échantillon si nécessaire.
- Faire la pesée de 0,5g ± 0,1 de l'échantillon à analyser grâce à une balance analytique de précision, des nacelles en platine rhodié, quartz ou en silice, vide et répartir la matière en une couche d'épaisseur uniforme, sans la tasser.
- Afin d'obtenir une incinération uniforme, humecter la prise d'essai dans la nacelle, immédiatement avant la pré-incinération, au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol 95°.

3. Pré-incinération :

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-15
		Version : 00
	DETERMINATION TAUX DE CENDRES PAR INCINERATION A 550°C	Date: 10 MARS 2018

- La porte du four étant ouverte, placer la nacelle et son contenu à l'entrée du four, préalablement chauffé jusqu'à 550°C ± 10°C jusqu'à ce que la matière s'enflamme.

4. Incinération :

- Incinération d'une prise d'essai à une température de 550°C ± 10°C °c jusqu'à combustion complète de la matière organique.
- Le temps d'incinération est de l'ordre de 1h30 à 2h. quand l'incinération est terminée, retirer progressivement la nacelle du four et la mettre à refroidir sur la plaque unie thermorésistante pendant 1min puis dans le dessiccateur jusqu'à température ambiante, la peser alors rapidement à 0.1 mg près, à cause du caractère hygroscopique des cendres.

9-CALCULE ET EXPRESSION DES RESULTATS :

- Le taux de cendre exprimé en pourcentage en masse est donné par les formules suivantes :
- Le taux rapporté à la matière telle quelle :

$$TC = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

- Le taux rapporté à la matière sèche :

$$TC = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100 \times \frac{100}{100 - H}$$

- Où :

Mo : est la masse, en gramme, de la nacelle.
M₁ : est la masse en gramme de la nacelle et de la prise d'essai.
M₂ : est la masse en gramme, de la nacelle et du résidu.
H : est la teneur en eau exprimée en pourcentage en masse, de l'échantillon pour essai.

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

3) Analysis wet and dry gluten content

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-18
		Version : 00
	DETERMINATION TAUX DU GLUTEN	Date: 10 MARS 2018

1-OBJET :

Le présent mode opératoire spécifie une méthode de détermination de la teneur en eau par la méthode de référence.

2-DOMAIN D'APPLICATION :

Cette méthode applicable aux différents échantillons des farines et semoules de blé notamment à la mouture intégrale de blé,

3- REFERENCE :

- NA 735/2012 ISO 5531 : Farine de blé détermination du gluten humide référence.

4- DEFINITION :

Le gluten humide d'une farine de blé est la substance plasto-élastique composée principalement de gliadines et de gluténine. Il constitue l'armature de la pâte et lui communique ses propriétés rhéologiques.

5- PRINCIPE :

Préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de farine et d'une solution de chlorure de sodium. Isolement du gluten humide par lavage de cette pâte avec la solution de chlorure de sodium, puis essorage et pesé du produit obtenu.

6- APPAREILLAGE :

- Presse à gluten ouessoreuse par centrifugation.
- Plaque chauffante.

7-PRODUIT CHIMIQUE :

- Eau distillée.
- solution de chlorure de sodium 20g/l comprise entre 18°C et 22°C.

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-18
		Version : 00
	DETERMINATION TAUX DU GLUTEN	Date: 10 MARS 2018

8-MODE OPERATOIRE :

- Peser 10,0 g ± 0,01 g de produit et placés dans la chambre de lavage en plexiglas, séparée du Glutomatic doté d'un tamis en polyester de 88 microns.
- Le produit et la solution salée sont mélangés pendant 20 secondes de manière à former une pâte.
- Après la phase de mélange, le lavage débute automatiquement et se poursuit pendant 5 minutes. Le produit est transféré vers la chambre équipée d'un tamis grossier de 840 microns permettant aux particules de son d'être lavées.
- Vérifier que la centrifugeuse est prête à fonctionner et que le bol est sec et propre et que les cassettes à centrifuger à indice de gluten sont propres et bien positionnées.
- 30 secondes précisément après la fin du lavage, le morceau entier de gluten humide est transféré vers la cassette à tamis et centrifugé pendant une minute dans la Centrifugeuse à 6 000 ± 5 tr/min.
- La fraction qui est passée à travers le tamis est grattée avec une spatule puis pesée. La fraction fixée à l'intérieur du tamis est recueillie et ajoutée à la balance. On obtient le poids total du gluten humide.
- La totalité du gluten humide est séchée à 150 °C minimum pendant 4 minutes dans la Plaque chauffante, après le séchage, on pèse le gluten.
- L'indice de gluten (Gluten Index) est la quantité de gluten qui est restée fixée à l'intérieur de la filière de la centrifugeuse par rapport au poids total du gluten humide.

9-CALCULE ET EXPRESSION DES RESULTATS :

- le pourcentage de gluten humide restant sur le tamis est défini comme indice de gluten et est calculé de la manière suivante :

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-18
	DETERMINATION TAUX DU GLUTEN	Version : 00 Date: 10 MARS 2018 Page : 2 sur 2

$$\text{Gluten Index} = \frac{\text{gluten humide} - \text{gluten retenu sur tamis}}{\text{gluten humide}} \times 100$$

- La teneur en gluten humide exprimée en pourcentage de la masse de l'échantillon d'origine est calculée de la façon suivante :

$$\text{Teneur en gluten humide} = \frac{\text{gluten total (g)} \times 10}{10(\text{g})} = \text{gluten total} \times 100$$

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

4) Analysis of particle size distribution

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-25
	DETERMINATION DE LA GRANULOMETRIE	Version : 00 Date: 15 DECEMBRE 2018 Page : 1 sur 2

1-OBJET :

La présente norme décrit une méthode de détermination de la granulation pour les semoules de blé dur, les farines et couscous.

2-DOMAIN D'APPLICATION :

Cette méthode est exclusivement applicable semoule/couscous et la farine.

3-REFERENCE :

- NA 1828 : - Détermination de la granulométrie.
- Le mode d'emploi du manuel de rotachoc

4-DEFINITION :

On appelle la granulation ou taux d'affleurement la quantité de semoule/farine ou couscous extraite ou refusée par un tamis dont l'ouverture maille est choisie en fonction de la finesse du produit à considérer.

5- PRINCIPE :

La méthode consiste à déterminer par tamisage d'un échantillon de 100 g de produit à travers une série de tamis à ouvertures des mailles décroissantes et grâce à un mouvement circulaire excentré et un système de dégommage par chocs inférieurs.

6- APPAREILLAGE :

- Une série de tamis.
- Le rotachoc

7-MODE OPERATOIRE :

- Introduire dans un tamis 100 g de produits dans un jeu de tamis et le déposer sur le plateau- support.
- Appuyer le couvercle en plexiglas sur les tamis, bien bloquer ce couvercle.
- Le système de dégommage par choc inférieur est débrayable à l'aide des 2 vis situées à droite et à gauche de l'appareil.

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODE OPERATOIRE	Code : MOP-CQU-25
	DETERMINATION DE LA GRANULOMETRIE	Version : 00 Date: 15 DECEMBRE 2018 Page : 2 sur 2

- La mise en tension est obtenue avec l'interrupteur, le voyant rouge s'allume.
- Fixer le temps de tamisage en tournant la minuterie au jusqu'au temps désiré, le temps maximum est de 15 min.
- Le potentiomètre étant au minimum, tourner doucement celui-ci jusqu'à la vitesse désirée. De 0 à 200t/mn, utiliser un chronomètre pour évaluer la vitesse rotation et la rouge et la repérer par rapport aux graduations rouge entourant le bouton du potentiomètre.
- Arrêt de tamisage s'effectuera tout seul à l'arrêt de la minuterie, desserrer l'excentrique et récupérer les tamis.
- Peser ensuite le refus de chaque tamis dans, les particules qui se trouvent entre les mailles doivent être détachées et pesées car elles font partie du refus.

8- CALCULE ET EXPRESSION DES RESULTATS :

- Le résultat est exprimé en pourcentage par rapport à 100 g.

Ce document est la propriété de SOSEMIE, il ne peut être reproduit sans son autorisation

5) Analysis of color determination

	MODE OPERATOIRE	Code: MOF-020-07
	UTILISATION DE CHROMA METER CR-400/402	Versions: 30
		Date: 01 JUILLET 2018 Page : 1 sur 1

Version	Objet	Document
Objectif: ce mode opératoire illustre la procédure de mesure de l'indice de jaune et l'indice de brun des semoules et des pâtes alimentaires.		
Remarques: 1) Il est recommandé d'effectuer régulièrement le calibrage à l'aide de la plaque blanche particulièrement si l'appareil est resté inutilisé pendant un certain temps. 2) Le calibrage avec la plaque blanche doit être effectué avant la mesure et placé près du centre et dans les mêmes conditions de température que la mesure. 3) Ne touchez pas la tête de mesure pendant le calibrage. 4) La mesure s'effectue soit par la mesure de la valeur absolue, soit par mesure de l'écart de couleur.		
Positionnez l'interrupteur d'alimentation sur (I). Calibrage du blanc: Appuyez sur la touche Calibrage (C) de l'écran de mesure/écran de calibrage du blanc. 1- Configurez les données répertoriées au dos de la plaque de calibrage blanche à l'aide de la touche Enter et de la touche Left. 2- Placez la tête de mesure à la verticale au-dessus du centre de la plaque de calibrage blanche. 3- Appuyez sur la touche Mesure/Enter (M) (la touche de mesure sur la tête de mesure) dès que le voyant Prêt est allumé.	1	
Mesure absolue: Placez la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon à partir de l'écran de mesure. 2- Appuyez sur la touche Mesure/Enter (M) (la touche de mesure sur la tête de mesure) dès que le voyant Prêt est allumé.	11	
Mesure de l'écart de couleur: A) Configuration de la couleur de référence: 1- Appuyez sur la touche Target Color (C) de l'écran de mesure. Appuyez sur la touche Target Color (C) pour configurer une nouvelle couleur de référence. Placez la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon de couleur de référence. Appuyez sur la touche de mesure de la tête de mesure dès que le voyant Prêt est allumé.	2- 3- 4-	
B) Mesure de l'écart de couleur: Configuration d'une nouvelle couleur de référence avant la mesure. Placez la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon à partir de l'écran de mesure. Appuyez sur la touche de mesure de la tête de mesure dès que le voyant Prêt est allumé. Entrez la touche Target Color (C). Placez la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon de couleur de référence. Appuyez sur la touche de mesure de la tête de mesure dès que le voyant Prêt est allumé. Placez la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon. Appuyez sur la touche de mesure de la tête de mesure dès que le voyant Prêt est allumé.	4- 1- 2- 3- 4- 5- 6- 7-	
B) Sélection d'une couleur de référence précédente avant la mesure: 1- Appuyez sur la touche Target Color (C) de l'écran de mesure. 2- Sélectionnez la couleur de référence avec la touche Left. Appuyez sur la touche Enter (M). Placez la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon. Appuyez sur la touche de mesure de la tête de mesure dès que le voyant Prêt est allumé.	3- 4- 5-	

Préparé par	Validé par	Approuvé par
Nom et Prénom: DJABBOUR CHARIFA Date: 16/07/2018	Nom et Prénom: AYAD ABIR Date: 16/07/2018	Nom et Prénom: AYAD ABIR Date: 16/07/2018

6) Analysis of mould research and enumeration

	MODES OPERATOIRES	Code : MOP-CQU-02
		Version : 00
		Date : 01 Mars 2018
		Page : 1 sur 2

1- DOMAINE DE REFERENCE :

La norme NA 1210 (ISO 7954) Microbiologie – Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures – Technique par comptage des colonies à 25 °C.

2- MODE OPERATOIRE :

A partir des dilutions décimales, 10^{-2} à 10^{-1} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose OGA ou Sabouraud au Chloramphénicol. Étaler les gouttes à l'aide d'un râtelier stérile, puis incubé à 25°C pendant 5 jours. Dans le souci de ne pas se trouver en face de boîtes envahies soit par les Levures soit par les Moisissures, on doit effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours, Levures à part et les Moisissures à part.

Remarques importantes :

- Opérer de la même façon et dans les mêmes conditions, avec le diluant (TSE), c'est-à-dire qu'il faut prendre quatre gouttes du diluant, les étaler avec un râtelier à part et les incubé dans le même endroit que les boîtes tests, cette boîte constitue le témoin diluant.
- Incuber telle quelle, une boîte du milieu utilisé à savoir OGA ou Sabouraud, cette dernière sera incubée également telle quelle dans le même endroit et dans les mêmes conditions de température, elle constitue le témoin du milieu.
- Au moment de la lecture, commencer obligatoirement par les deux boîtes témoin milieu et diluant, si l'une d'entre elles est contaminée, l'analyse est interprétable donc à refaire.

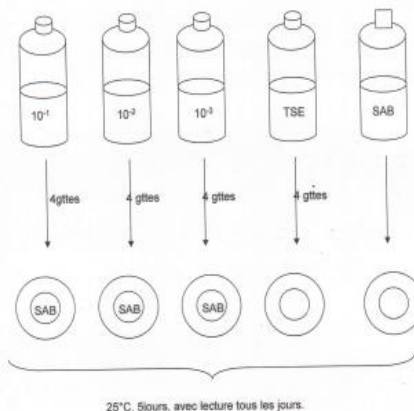
Interprétation des résultats :

- Étant donné d'une part, qu'on a pris 4 gouttes des dilutions décimales,
- Étant donné d'autre part, qu'on considère que dans 1 ml, il y a 20 gouttes,
- Pour revenir à 1 ml, il faut multiplier le nombre trouvé par 5.
- Par ailleurs, étant donné qu'on a travaillé avec des dilutions décimales, on doit multiplier le nombre trouvé par l'inverse de la dilution correspondante, faire ensuite la moyenne arithmétique, puis exprimer le résultat final en ml ou en gr de produit à analyser.

Ce document est la propriété de SOSEME, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODES OPERATOIRES	Code : MOP-CQU-02
		Version : 00
		Date : 01 Mars 2018
		Page : 2 sur 2

A partir des dilutions décimales :



25°C, 5 jours, avec lecture tous les jours.

Ce document est la propriété de SOSEME, il ne peut être reproduit sans son autorisation

7) Analysis of Sulfito-reducing anaerobes research

	MODES OPERATOIRES	Code : MOP-CQU-03
		Version : 00
		Date : 01 Mars 2018
		Page : 1 sur 2

1- DOMAINE DE REFERENCE :

La norme NA 15157 (ISO 7937 : 1997) Microbiologie des aliments – Méthode horizontale pour le dénombrement de Clostridium perfringens – Technique par comptage des colonies.

2- MODE OPERATOIRE :

La recherche de Clostridium perfringens se fait selon la méthode suivante :

- Méthode générale sur gélose Viande Foie.
- Au moment de l'emploi faire fondre un flacon de gélose Viande Foie, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C puis ajouter une ampoule d'Alun de Fer et une ampoule de **carbone de sodium**.

Mélanger soigneusement et aseptiquement.

Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Ensemencement.

Les tubes contenant les dilutions 10^{-2} et 10^{-1} seront soumis :

- D'abord à un chauffage à 80°C pendant 8 à 10 minutes,
- Puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et de garder uniquement les formes sporulées.

A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles de 16 mm de diamètre, puis ajouter environ 15 ml de gélose Viande Foie prête à l'emploi, dans chaque tube.

Laisser solidifier sur pailleuse pendant 30 minutes.

Incubation.

Ces tubes seront ainsi incubés à 48°C pendant 16, 24 ou au plus tard 48 heures.

Lecture.

La première lecture doit se faire impérativement à 16 heures, car,

- D'une part les colonies de Clostridium Sulfito-réducteurs sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse est à refaire.
- D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0,5 mm.

Dans le cas où il n'y a pas de colonie caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 heures voire 48 heures.

Interprétation des résultats.

Il est donc impératif de repérer toute colonie noire, puis procéder à son identification biochimique.

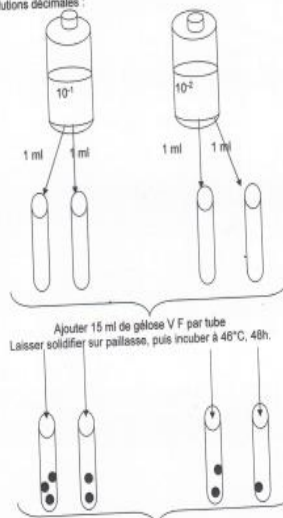
Certains auteurs préconisent de casser le tube à l'aide d'une lime métallique à 1 cm au dessus de la colonie suspecte et de prendre le centre de la dite colonie, car très souvent il y a un développement de colonies de Staphylocoques et de Bacillus à côté, qu'on prendrait à tort pour des colonies de Clostridium Sulfito-réducteur.

Ce document est la propriété de SOSEME, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODES OPERATOIRES	Code : MOP-CQU-03
		Version : 00
		Date : 01 Mars 2018
		Page : 2 sur 2

Préparation du milieu.

A partir des dilutions décimales :



Dénombrer les colonies noires ayant poussé en profondeur

Ce document est la propriété de SOSEME, il ne peut être reproduit sans son autorisation

8) Culinary quality

	MODES OPERATOIRES	Code : MOP-CQU-24 Version : 00 Date: 04 JUILLET 2018 Page : 2 sur 3
	Evaluation de la qualité culinaire des pâtes alimentaires	

1- OBJET :

La présente norme spécifie une méthode d'appréciation par analyse sensorielle de la qualité culinaire des pâtes alimentaires. Cette méthode peut s'appliquer à tous les formats de pâtes alimentaires produites à partir de blé dur ainsi qu'aux produits fabriqués à partir de blé tendre ou d'un mélange de blé tendre et de blé dur.
Elle ne s'applique pas aux petits formats de pâtes habituellement consommés dans les potages.

2- DOMAINE D'APPLICATION :

Cette méthode est exclusivement applicable aux pâtes alimentaires.

3- REFERENCE :

La cuisson des pâtes est réalisée selon un protocole standardisé (ABECASSIS et al. 1994 ; FRANK et al. 2002 ; PETITO et al. 2009c ; méthode 16-50- AACC 1990 in NASEHI et al. 2009).

4-DEFINITION :

La qualité culinaire des pâtes alimentaires intègre l'ensemble des caractéristiques suivantes :

- Le temps de cuisson.
- Propriétés viscoélastiques : la texture des produits cuits qui rend compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson et ce à partir duquel on peut déterminer par des mesures à caractère rhéologique (fermeté, viscoélasticité, ténacité).
- L'état de surface ou de désintégration des produits cuits dépend du degré d'adhésion des brins (notion de collant) et aussi de l'aspect plus ou moins lisse des produits cuits (notion de délitescence).
- L'absorption d'eau et les pertes à la cuisson

5- PRINCIPE :

Cette consiste à la détermination du :

- Temps minimal de cuisson(T) qui correspond au temps nécessaire pour la gélification de l'amidon.
- Degré de délitescence qui représente un critère fondamental de la qualité culinaire des pâtes cuites.
- Gonflement qui renseigne sur la capacité d'absorption d'eau des pâtes cuites.

6- APPAREILLAGE :

- Casserole de capacité 2.5 litre.

Ce document est la propriété de SOSEME, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODES OPERATOIRES	Code : MOP-CQU-24 Version : 00 Date: 04 JUILLET 2018 Page : 3 sur 3
	Evaluation de la qualité culinaire des pâtes alimentaires	

- Tamis de trous 2.00 mm.
- Plaque d'écrasements en plexiglas.
- Chronomètre.
- Réchaud électrique

7- PRODUIT CHIMIQUE :

- Chlorure de sodium iodé.
- Eau potable.

7-MODE OPERATOIRE :

- Un échantillon de 100g de pâte découpées en brins de 20 cm de long environ est plongé dans 02 litres d'eau bouillante contenant 14 g de sel.
- A des intervalles de temps réguliers soit toutes les 30s, un brin est prélevé puis immédiatement écrasé entre les deux plaques de plexiglas afin de visualiser la ligne blanche correspondant à l'amidon non gélifié, le temps optimal de cuisson (TOC) correspond au temps à partir duquel la ligne blanche a totalement disparu (amidon complètement gélifié).
- Ensuite, les échantillons sont égouttés à travers un passoir (tamis de trous 2.00 mm) pendant 05 min, et pesées.
- L'eau de cuisson (25 ml) est séchée dans une étuve à ventilation d'air réglée à 102°C pendant 15 h, et pesées (ES).

8- CALCULE ET EXPRESSION DES RESULTATS :

Le temps optimal de cuisson TOC :

Suivant la disparition de la ligne blanche continue visible au centre d'un brin de pâtes en cours de cuisson.

Le temps de sur cuisson :

- TOC + 6 MIN.

La perte à la cuisson (degré de délitescence) :

Est exprimée en 100g de la matière sèche, selon la formule suivante :

Ce document est la propriété de SOSEME, il ne peut être reproduit sans son autorisation

	MODES OPERATOIRES	Code : MOP-CQU-24 Version : 00 Date: 04 JUILLET 2018 Page : 3 sur 3
	Evaluation de la qualité culinaire des pâtes alimentaires	

$$PC \text{ g/100 g ms} = \frac{100 \times ES \times V/25}{100 - H}$$

- V : volume final de l'eau de cuisson (ml).
- ES : poids extrait sec(g).
- H : teneur en eau des pâtes crues (%).

Le gonflement (capacité de fixation d'eau)

Ces paramètres se mesurent en déterminant le poids des pâtes avant et après cuisson (au temps TOC +6 min) ; et il rend compte de l'aptitude de la pâte à absorber l'eau au cours de la cuisson, elle est donnée par la formule suivante :

$$C(\%) = (P - 100) \times \frac{100}{100 - M - PC}$$

- C : capacité de fixation d'eau (%)
- P : poids des pâtes cuites (g).
- PC : perte à la cuisson (g/100g ms).
- M : teneur en eau des pâtes crues (%).

Ce document est la propriété de SOSEME, il ne peut être reproduit sans son autorisation

Appendix III

1) Color determination of semolina and sesame

	Color index (%)		
	a	b	L
Semolina	-2,74	21,22	70,98
Sesame seeds	-1,05	17,69	63,53
Ground Sesame	-0,63	16,29	60,78

Homogeneous mixture	Sesame + Semolina (%)	Color index (%)		
		a	b	L
Test sample 1	0+100	-3,34	26	70,98
Test sample 2	5+95	-3,12	25,22	69,88
Test sample 3	10+90	-3	25	69,51
Test sample 4	15+85	-2,92	24,95	65,03
Test sample 5	20+80	-2,78	24,82	63,1
Test sample 6	25+75	-2,74	24,16	63,1
Test sample 7	30+70	-2,22	23,05	60,33

Table IV.2: Color determination of semolina and sesame and homogeneous mixture.

2) Color determination of pasta

Finished product	Percentage of Sesame(%)	Color index (%)		
		a	b	L
P0	0	-1,37	19,59	64,14
P5	5	-1,76	18,3	65,37
P10	10	-2,22	17,59	66,75
P15	15	-2,26	17,52	69,47
P20	20	-2,28	17,69	69,66
P25	25	-2,4	17,26	69,97
P30	30	-2,5	16,83	70,02

Table IV.4: Color determination of finished products.

3) Sensory analysis

		P0	P5	P10	P15	P20	P25	P30
Characteristics		Number of answers on tasting sheet						
color	Bad	0	0	0	0	0	0	0
	acceptable	0	4	3	4	3	2	2
	Fair	5	5	3	3	3	6	7
	Good	7	6	7	3	4	3	3
	excellent	3	0	2	5	5	4	3
	Total	15	15	15	15	15	15	15
odor	Bad	0	0	0	0	0	0	0
	acceptable	0	0	0	0	0	4	7
	Fair	4	5	4	3	3	5	4
	good	8	9	9	8	9	5	4
	excellent	3	1	1	4	3	1	0
	total	15	15	15	15	15	15	15
texture	Bad	0	0	0	0	0	0	0
	acceptable	0	0	1	0	0	1	2
	Fair	4	6	2	1	0	4	5
	Good	7	9	10	6	5	5	8
	excellent	4	0	2	8	10	5	0
	total	15	15	15	15	15	15	15
Taste	Bad	0	0	0	0	0	0	0
	acceptable	1	3	3	2	2	4	6
	Fair	3	5	6	4	4	8	6
	good	8	7	6	7	8	3	3
	excellent	3	0	0	2	1	0	0
	total	15	15	15	15	15	15	15

Table IV.07: all tasting panel responses.

Appendix IV



Chroma meter for color testing



Preservation cooler



analytical balance



Chopin oven



Muffle furnace



rapid moisture



Cradles



crucible and tongs



samples of enriched pasta



samples of enriched pasta



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Saad DAHLAB University Blida 1



Faculty of Natural and Life Sciences
Food Science Department

Master II Thesis

Specialty: Agri-Food Safety and Quality Assurance

Sector: Food Sciences

Field: Natural and Life Sciences

THEME

Production of pasta enriched with an oilseed

Presented by:

Ferroum Ferial

Before the jury composed of:

Dr. Tlemsani A	, MCA	Chairman
Dr. Hadjadj N	, MCA	Examiner
Dr. Benlemmane S	, MCA	Promoter
Dr. El Ghoule A	,	Invité

Academic year 2024/2025



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research
Saad DAHLAB University Blida 1



Faculty of Natural and Life Sciences

Food Science Department

Master II Thesis

Specialty: Agri-Food Safety and Quality Assurance

Sector: Food Sciences

Field: Natural and Life Sciences

THEME

Production of pasta enriched with an oilseed

Presented by:

Ferroum Ferial

Before the jury composed of:

Dr. Tlemsani A , MCA

Dr. Hadjadj N , MCA

Dr. Benlemmane S , MCA

Dr. El Ghoule A ,

Chairman

Examiner

Promoter

Invité

Academic year 2024/2025