Acknowledgements

First lam most grateful to Allah for giving me assistance , health and patience to complete this work .

I would like to express my deep thanks to Dr .Ahmed A. Elfaki for suggesting the topic and for his keen guidance, patience and advice through this study .

My thanks and appreciation are extended to the staff members of the food research center , shampat for providing Laboratory facilities to conduct this study .

My read gratitude to my families for their help ,advice and continuous encouragements .

LIST OF CONTENTS

Number	**Topic**	**Page**
	Acknowledgments	I
	List of contents	II
	List of tables	VI
	List of figures	VII
	Abstract	VIII
	Abstract (Arabic)	XI
Chapter One: Introduction		
	Introduction	1
	Objectives	1
Chapter Two: **Literature Review**		
2.1	Origin of Potatoes	2
2.2	Potato Production and Consumption in Sudan	2
2.2.1	Zones of production	2
2.2.1.1	Khartoum	2
2.2.1.2	Jebel Mara	2
2.2.1.3	Southern Sudan	4
2.2.1.4	Kassala	4
2.3	Potato Verities	4
2.3.1	Definition of a variety	4
2.3.2	Varieties used in Sudan	4
2.4	Types of Potatoes	5
2.5	Structure and composition	7
2.6	Potato Proximate Composition	7
2.6.1	Moisture content	8

2.6.2	Protein content	8
2.6.3	Fat content	8
2.6.4	Carbohydrates content	8
2.6.5	Ash content	9
2.6.6	Fiber content	9
2.7	The Nutritive Value of Potato	9
2.7.1	Minerals content	13
2.7.2	Amino acids content	13
2.8	Cooked vegetable	14
2.8.1	Methods of cooking vegetables	14
2.8.2	Cooking losses	14
2.8.3	Cooking of potatoes	17
2.9	Frying	17
2.9.1	Methods of frying	18
2.10	Boiling	19
Chapter Three: Materials and Methods		
3.1	Materials	24
3.1.1	Food materials	24
3.2	Methods	24
3.2.1	Preparation of raw materials	24
3.2.1.1	Stew	24
3.2.1.2	Frying	25
3.2.1.3	Boiling	25
3.2.2	Experimental procedures	25
3.2.2.1	Stew process	25
3.2.2.2	Frying process	25
3.2.2.3	Boling process	26
3.3	Analytical Procedures	27
3.3.1	Chemical analyses	27
3.3.1.1	Moisture content	27
3.3.1.2	Crude Protein content	28

3.3.1.3	Fat content	29
3.3.1.4	Total carbohydrates	29
3.3.1.5	Ash content	29
3.3.1.6	Fiber content	30
3.3.1.7	Starch content	30
3.3.2	Extraction and determination of minerals	32
3.3.2.2	Extraction of minerals	32
3.3.2.2	Determination of minerals	32
3.3.3	Amino acids content	32
3.3.4	Organoleptic evaluation	33
3.3.5	Method of statistical Analysis	33
chapter Four: Results and Discussion		
4.1	Chemical Composition of Raw potato	35
4.1.1	Moisture content	35
4.1.2	Protein content	35
4.1.3	Fat content	36
4.1.4	Ash content	36
4.1.5	Fiber content	36
4.1.6	Carbohydrate content	36
4.1.7	Starch content	38
4.2	Chemical Composition of Whole Raw and Cooked Samples	38
4.2.1.	Moisture content	38
4.2.2	Protein content	40
4.2.3	Fat content	41
4.2.4	Fiber content	41
4.2.5	Total carbohydrates	42
4.2.6	Starch content	42
4.2.7	Ash content	43
4.3	Minerals Content of Raw Potato	43

4.3.1	Calcium content	44
4.3.2	Iron content	44
4.3.3	Potassium content	44
4.3.4	Phosphor content	44
4.3.5	Magnesium content	45
4.3.6	Sodium content	45
4.4	Effect of Cooking on the Minerals Content	45
4.5	Amino Acids Content of raw Potato	48
4.6	Effect of Cooking on Amino Acid Contents	48
4.7	Sensory Evaluation	51
	Chapter Five: Conclusions and Recommendations	
5.1	Conclusions	55
5.2	Recommendations	55
	References	56
	Appendixes	63

LIST OF TABLES

Number	Title	page
2.1	Production of Potato in Sudan (2003)	6
2.2	Potato Varieties Used by Growers (2003)	6
2.3	The Chemical Composition of Potato Tuber	10
2.4	Proximate Composition of raw Potato per 100g Edible Portion (wet basis) and Minerals Content (mg 100g)	11
2.5	The Inorganic Constituents of Potatoes	12
2.6	Essential Amino Acids of Potato	15
2.7	Amino Acid Content of Potato	16
2.8	Approximate Boiling Time for Potatoes	22
2.9	Proximate Composition of boiling Potato per 100g Edible Portion (wet basis) and Minerals Content (mg 100g)	22
2.10	Amino acid Content of cooked Potato	23
4.1	Chemical Composition of Raw Potato	37
4.2	Chemical Composition of Whole Raw and Cooked Samples of Potato.	39
4.3	Minerals Content of Raw Potato	46
4.4	Minerals Content of Whole Raw and Cooked Potato	47
4.5	Amino Acids Content of raw Potato	49
4.6	Amino Acids Content of Raw and Cooked Potato	50

4.7	Organoleptic Quality of Draga Variety Products	53
4.8	Organoleptic Quality of Alpha Variety Products	54

LIST OF FIGURES

Number	Title	Page
2.1	Potato Production Area in Sudan	3
3.1	Steps of Cooking of Potato	26

Abstract

Two commonly consumed potato varieties, Draga and Alpha, were subjected to three different cooking methods: conventional boiling, frying and Sudanese home cooking style (stew).

The purpose of this study is to evaluate the effect of the three cooking methods on potato from nutritional point of view. The evaluation was done by chemical analyses and panel tests.

Boiling time was 35 minutes, frying process was carried out at 180°c for 9 minutes and stew was done by traditional procedure for 33 minutes cooking time.

Both the raw and cooked samples were analyzed for moisture content, protein content, fat content, ash content, carbohydrates content, fiber content and starch content. Ash was analyzed for calcium, sodium, potassium, Iron, phosphorous and magnesium. Amino acids content and sensory evaluation:(color, flavor, taste, texture and over all acceptability) were studied.

The percent of protein for stew was 3.47and 3.16, of boiled potato was 1.37 and 1.4 , of fried potato was 2.6 and 2.7%, and of raw potato was 1.77 and 1.60 for Draga and Alpha respectively .

Ash content of potato stew was 3.33and 3.83% ,in fried potato was 1.25 and 1.38%, of raw potato was 0.87 and 0.83for Draga and Alpha respectively, and in boiled potato was 0.5 (for the two varieties).

Fiber content of stew was 0.9 and 0.8% while in fried samples was 0.5 and 0.43% , in boiled ones was 0.57 and 0.53 % ,and of raw potato was 0.47 and 0.43 for Draga and Alpha respectively .

All Amino acids content after cooking decreased however in stew samples were higher than others cooking procedures .Results showed that histidine content for raw potato was 32.25 and 39.25 mg/100g, of boiled potato was 1.2 and 1.98 mg/100g, of fried potato was 1.71 and 2.5 mg/100g, and of stew was 4.68 and 5.21 mg/100g for Alpha and Draga respectively. Lysine content of raw potato was

56.39 and 55.9 mg/100g, and of stew was 1.49 and 1.39 mg/100g. Leucine content of raw potato was 124.23 and 119.89 mg/100g, of stew was 38.26 and 35.94 mg/100g,of fried samples was 2.79 and 3.07 mg/100g, and of boiled potato was 1.6 and 2.06 mg/100g. Isoleucine content of raw potato was 79.0 and 57.14 mg/100g, of stew was 31.86 and 26.67 mg/100g, of fried potato was 2.17 and 1.42 mg/100g,and of boiled potato was 1.8 and 1.95 mg/100g for Alpha and Draga respectively. Therionine content of raw potato was 62.9 mg/100g for Alpha variety, of stew was 6.62 and 1.32 mg/100g for Alpha and Draga, of fried potato was 0.79 mg/100g for Alpha variety, and of boiled was 0.23 mg/100g for Alpha variety. Phenylalanine content of raw potato was 114 and 118 mg/100g, of stew was 21.8 and 19 mg/100g for Alpha and Draga respectively, and of fried potato was 0.53 mg/100g for Alpha variety. Valine content of raw potato was 180and 175 mg/100g, of stew was 5.15 and 3.16 mg/100g, of fried potato was 3.03 and 2.99 mg/100g, and of boiled potato was 2.7 and 1.57 mg/100g, for Alpha and Draga respectively. Arginine content of raw potato was 82.08 and 99.5 mg/100g, for Alpha and Draga respectively, and of fried sample was 2.55 mg/100g for Draga variety. Methionine content for raw potato was 22.68 and 35.73 mg/100g for Alpha and Draga respectively While was destructed in other samples.

Calcium in stew was 33.33 and 36.67 mg/100g where as in boiled potato was 14.87 and 13.33 mg/100g , in fried potato was 23.03 and 26.67 mg/100g,and of raw potato was 16.87 and16.67for Draga and Alpha respectively. Sodium was 34.6 and 35.0 mg/100g in stew , in boiled samples was 9.5 and 10.33 mg/100g , in fried potato was 4.5 and 3.33 mg/100g for Draga and Alpha respectively,and of raw potato was 24.67for the two varieties. Potassium in stew was 439 and 437 mg/100g, in fried samples was 300 and 317 mg/100g ,in boiled potato 250 and 200 mg/100g,and of raw potato was 430 and 433 for Draga and Alpha respectively. Phosphorous was 61.0 and 60.0 mg/100g in stew samples,45.0 and 44.0 mg/100g in fried samples ,47.0 and 45.567 mg/100g in boiled samples, and of raw potato was 52.0and 48 for Draga and Alpha respectively. Magnesium was 34.76 and 36.0 mg/100g in stew potato, in boiled potato was 25.67 and 26.67 mg/100g , in fried potato was 22.67 and 23.0 mg/100g ,and of raw potato was 31.77 and 34.67 for

Draga and Alpha respectively .Iron content of stew was 2 mg/100g (for the two varieties), of boiled samples was 1.93 and 1.86 mg/100g ,of fried samples was 1.97 and 1.85 mg/100g,and of raw potato was 1.76 mg/100g for the two varieties .

Fat content of the fried samples was 6.40 and 6.20% while of boiled samples was 0.47 and 0.37% , in stew samples it was 2.2and 2.43 %,and of raw potato was0.53 and 0.050 for Draga and Alpha respectively .

Carbohydrates content of the boiled potato was 88.77 and 88.93% where as of the stew potato was 63.94 and 63.77% , of the fried potato was 75.71 and 75.18%,and of raw potato was87.15 and 88.20 (on dry basis) for Draga and Alpha respectively .

Starch content of the boiled samples was 46.56 and 44.15% while of fried samples was 42.29 and 41.13 % ,in stew samples was 32.93 and 39.73%,and of raw potato was49.45 and 49.90(on dry basis) for Draga and Alpha respectively.

Results showed that stew is the best type of cooking in nutritional aspects if it is compared to boiling and frying: protein, ash, fiber, minerals (six elements) and amino acid contents, were the highest in the potato stew. While fat content was the highest in the fried potato. Carbohydrates and starch contents were the highest in the boiled potato.

Organoleptic tests of cooked samples revealed that frying process is the popular methods of cooking of potato.

تم استخدام صنفين من أصناف البطاطس المعروفة: وهي ألفا ودراقا في عمليات الطبخ ،التي شملت السلق والقلي والطبخ بالطريقة السودانية العادية(الملاح) بغرض تقويم الطرق الثلاثة المستخدمة في طبخ البطاطس من ناحية القيمة الغذائية ، وذلك يتأتى بالتحاليل الكيمائية والاختبارات الحسية.

إستغرقت عملية سلق البطاطس 35 دقيقة، وأجريت عملية القلي عند درجة حرارة 180درجة مئوية لمدة 9 دقائق، والطبخ المنزلي تم بالطريقة المحلية السودانية.

تم إجراء التجارب علي كل من المادة الخام والعينات المطبوخة والتحاليل شملت التحليل التقريبي حيث تم تقدير محتوي الرطوبة، نسبة البروتين، نسبة الرماد، نسبة الدهن، نسبة الكاربوهيدريتات إضافة إلي تقدير نسبة الألياف وتقدير نسبة النشا. كما تم تقدير كمية الكالسيوم والصوديوم والماغنيزيوم والبوتاسيوم والفسفور والحديد بالمليجرام لكل مائه جرام.كما تم فصل و تقدير الأحماض الأمينية . وأجريت كذلك الاختبارات الحسية لتقيم كل من اللون والنكهة والقوام والطعم.

أوضحت الدراسة أن نسبة البروتين للبطاطس المطبوخ كانت 3.47 و 3.16% بينما كانت نسبة البروتين للمقلي 2.6و 2.7% وللمسلوق 1.37 و 1.4 %وللخام 1.77 و 1.60%. ونسبة الرماد للبطاطس المطبوخ 3.33و 3.83 % أما في البطاطس المقلي كانت 1.25 و 1.38% وللخام كانت 0.87 و 0.83% وللمسلوق 0.5 % لكل من الصنفين. ونسبة الألياف للمطبوخ 0.9 و 0.8 % أما للمقلي كانت 0.5 و 0.43% وللمسلوق 0.57و 0.53% وللخام 0.47 و 0.43% لكل من دراقا و ألفا علي التوالي.

أوضحت الدراسة أن الأحماض الأمينيه في البطاطس إنخفضت بعد عمليات الطبخ الثلاث بينما كانت أعلي ما يكون في البطاطس المطبوخ(الملاح). أظهرت النتائج أن محتوي الهستدين في البطاطس الخام كان 32.25 و 39.25 ملجرام/100جرام ، أما في البطاطس المسلوق كان 1.2 و 1.98 ملجرام/100جرام ، وفي البطاطس المقلي كان 1.71 و 2.5 ملجرام/100جرام. وفي البطاطس المطبوخ كان 5.21 و 4.68 ملجرام/100جرام لكل من ألفا ودراقا على التوالي. محتوى اللايسين في البطاطس الخام كان 56.39 و 55.9 ملجرام/100جرام ، وكان في المطبوخ 1.49 و 1.39 ملجرام/100جرام ،و محتوي الليوسين في البطاطس الخام كان 124.23 و 119.89 ملجرام/100جرام ، وفي المطبوخ كان 38.26 و 35.94 ملجرام/100جرام ، وفي المقلي كان 2.79 و 3.07 ملجرام/100جرام ، وفي المسلوق 1.6 و 2.06 ملجرام/ 100جرام. ومحتوي الأيزوليسوين في البطاطس الخام كان 79 و 57.14 ملجرام/100جرام ، وفي المطبوخ كان 31.86 و 26.67 ملجرام/ 100جرام ، وفي المقلي كان 2.17 و 1.42 ملجرام/100جرام ، وفي

المسلوق كان 1.8 1.95 ملجرام/100جرام لكل من ألفا ودراقا علي التوالي. ومحتوي الثيريونين في البطاطس الخام كان 62.9 ملجرام/100جرام للصنف ألفا وفي المطبوخ كان 6.62 و 1.32 ملجرام/100جرام لكل من ألفا ودراقا علي التوالي، وفي المقلي كان 0.79 ملجرام/100جرام للصنف ألفا ، وفي المسلوق كان 0.23 ملجرام/100جرام للصنف ألفا. ومحتوي الفينايل أليينين في البطاطس الخام كان 114 و 118 ملجرام/100جرام، وفي المطبوخ كان 21.8 و 19 ملجرام/100جرام لكل من ألفا ودراقا على التوالي. وفي المقلي كان 0.53 ملجرام/100جرام للصنف ألفا. ومحتوي الفالين في البطاطس الخام كان 180و 175 ملجرام/100جرام، وفي المطبوخ كان 5.15 و 3.16 ملجرام/100جرام، وفي المقلي كان 3.03 و 2.99 ملجرام/100جرام ، وفي المسلوق كان 2.7 و 1.57 ملجرام/100جرام ، لكل من ألفا و دراقا على التوالي. ومحتوي الأرجنين في البطاطس الخام كان 82.08 و 99.5 ملجرام/100جرام لكل من ألفا و دراقا على التوالي ، وفي المقلي كان 2.55 ملجرام/100جرام للصنف دراقا. ومحتوي الميثيونين في البطاطس الخام 22.68 و 35.73 ملجرام/100جرام لكل من ألفا ودراقا على التوالي. بينما تم تحطيمه في الثلاثة عينات المطبوخه .

أما بالنسبة للأملاح فقد تم تقدير ستة عناصر:

كانت نسبة الكالسيوم في البطاطس المطبوخ 33.3 و 36.67 ملجرام /100جرام بينما كانت في المسلوق 14.87و 13.33 ملجرام / 100جرام وفي المقلي 23.03 و 26.67 ملجرام /100جرام وفي الخام 16.87 و 16.67 ملجرام /100جرام. وكانت نسبة الصوديوم في المطبوخ 34.6 و 35.0 ملجرام /100جرام أما في المسلوق 9.5 و 10.33 ملجرام /100جرام وفي المقلي 4.5 و 3.33 ملجرام /100جرام وفي الخام 24.67 للصنفين و البوتاتسيوم نسبته في المطبوخ 439 و 437 ملجرام /100جرام أما في المقلي كانت النسبة 300و 317 ملجرام /100جرام وفي المسلوق 250و 200 ملجرام /100جرام وفي الخام 430 و 433 ملجرام /100جرام. أما بالنسبة للفسفور كانت نسبته في المطبوخ 61 و 60 ملجرام /100جرام بينما كانت نسبته في المقلي 45و 44 ملجرام /100جرام وفي المسلوق 47.0 و 45.67 ملجرام / 100جرام وفي الخام 52 و 48 ملجرام /100جرام .الماغنيزيوم نسبته في البطاطس المطبوخ 34.67 و 36 ملجرام /100جرام ، أما في المسلوق نسبته 25.67 و 26.67 ملجرام /100جرام وفي المقلي 22.67و 23 ملجرام /100جرام وفي الخام 31.77 و 34.67 ملجرام / 100جرام .أما الحديد فنسبته في البطاطس المطبوخ 2 ملجرام / 100جرام لكل من الصنفين. بينما كانت نسبته في المسلوق 1.93 و 1.86 ملجرام /100جرام وفي المقلي 1.97 و 1.85 ملجرام /100جرام لكل من دراقا وألفا علي التوالي وفي الخام 1.76% لكل من الصنفين.

نسبة الدهن في البطاطس المقلي كانت 06.4 و 06.2 ملجرام / 100جرام بينما كانت 0.47و 0.37% في البطاطس المسلوق و 2.2 و

2.43 ملجــرام /100جــرام فــي البطــاطس المطبــوخ و 0.53 و 0.50 ملجرام /100جرام في البطاطس الخام.

نسـبة الكاربوهيـدريتات فـي البطـاطس المسـلوق كـانت 88.77 و 88.93 ملجرام /100جرام أما في البطـاطس المطبـوخ كـانت 63.91 و 63.77 ملجرام /100جرام وفي المقلي كانت 75.71 و 75.18 ملجرام / 100جرام وفي الخام 87.15 و 88.20 ملجرام /100جرام (علي أسـاس الوزن الجاف) لكل من ألفا ودراقا علي التوالي.

ونسبة النشا للبطاطس المسلوق 46.56 و 44.15 ملجرام / 100جرام وللمقلي 42.29 و 41.13 ملجرام /100جرام للمطبوخ 32.93 و 39.73 ملجرام /100جرام وللخام 49.45 و 49.90 ملجرام / 100جرام علي أساس الوزن الجاف لكل من دراقا والفا علي التوالي.

أظهرت النتائج المتحصل عليها في هذا البحث تفـوق الطبـخ المحلـي علي كل من القلي والسلق من ناحية القيمة الغذائية عامـة، حيـث وجـد أن نسبة الـبروتين والرمـاد والألیـاف و الأملاح المعدنيـة والأحمـاض الأرمينيـة كانت اعلي ما يكون فـي البطـاطس المطبـوخ بالطريقـة المحليـة.ونسـبة الــدهن أعلــي مــا يكــون فــي البطــاطس المقليــة ،ونســبة الرطوبــة والكاربوهيدرات والنشا أعلي ما يكون في البطاطس المسلوقة.

وأظهـرت الإختبـارات الحسـية أن أصـابع البطـاطس أو البطـاطس المقلية كانت المفضلة تليها المطبوخة بالطريقة السودانية (الملاح) وأخيراً المسلوقة.