Name of Candidate: Nadra Sayed Youssef Hassan **Degree:** Ph.D.

Title of Thesis: Formulation and evaluation of the formulas prepared for infants and young children with acute diarrhea

Supervisors: Dr. Shafika Abdel Hamid Zaki
Dr. Ahmed Tawfic El-Akel
Dr. Laila Diaa El–Din El-Mahdy
Dr. Maha Abou Zekri

Department: Food Technology
Branch: Home Economics

Approval: 8 /6/ 2011

ABSTRACT

Six soy-based mixtures were formulated for infants and young children with acute diarrhea included yellow carrots, rice, potato starch powder and orange. Formulas were chemically, microbiologically, physically and sensory and biologically evaluated.

The chemical evaluation showed that the prepared formulas contained 5.67-7 % moisture. The contents of protein, fat, ash, fiber, carbohydrates and total pectin were 23.42-33.20, 6.47-7.5, 2.4-4.5, 3.9-5.98, 51.02-63.81and 2.22-2.67%, respectively. Energy ranged 400.54 - 407.15 kcal/100g formula. Calcium, sodium, potassium, iron and zinc contents were 70.01-138.20, 110.45-153.10, 215.90-320.50, 17.79-28.54 and 8.96-13.36 mg/100g, respectively. Formulas contained 288.46-630.80 IU/100g vitamin A, 40.00 mg/100g vitamin C and 0.24-0.30 mg/100g thiamin, 0.70-0.85 mg/100g phytic acid, 1.50-1.90 mg/g trypsin inhibitor and 0.05-0.08 IU/mg urease. The microbiological examination proved low total microbial counts and freedom from coliform group and yeast & moulds. All formulas were well accepted. Feeding rats with acute diarrhea on the diets with the proposed formulas stopped diarrhea within 1 – 2 days, while diarrhea in control positive lasted for 3 – 4 days. After diarrhea induction significant lower BW of the affected groups getting the proposed formulas were observed compared to normal rats ($p<0.05$). There were very highly significant differences among BWG% and FER of rats in positive and negative control groups ($p<0.05$). Final body weights of rats fed on diets with formulas were significantly higher than those for positive and negative control groups ($p<0.05$). Serum AST&ALT showed significantly lower value after having diarrhea. Despite after feeding rats on diets with formulas were slightly lower than those for negative control values of the experimental rats were in normal range. Uric acid, creatinine and urea levels after diarrhea induction were significantly higher than that of normal rats.

The clinical trial of formulas on infants and young children with acute diarrhea demonstrated insignificant ($p< 0.05$) differences among age, gender (F/M), and illness characterize of enrollment of the cases. Insignificant differences between mean values of HAZ, WHZ and WAZ in study groups for both female and male subjects were found. There was insignificant ($p< 0.05$) difference between weights of the formulas' groups and control at enrollment and after 5 & 15 days. All the groups getting the proposed formulas showed significant lower mean number of motions per day after 5 days compared to control group ($p<0.001$). The percentages of cases with watery, loose and semi solid stools were greatly reduced after five days in all the groups. Formula 2 showed the highest acceptability, following it formulas 6, 4 and 3 in respective order, then formulas 1 and 5 came.

Key Words: Acute diarrhea, infant, soy formula, cereals, nutritive value, antinutritional factors, safety, acceptability, oranges, and kidney and liver functions.

اسم الطالب: نادرة سيد يوسف حسن **الدرجة:** دكتوراه الفلسفة

عنوان الرسالة: تصميم و تقييم الخلطات المعدة للرضع و صغار الأطفال المصابين بالإسهال الحاد

المشرفون: دكتور: شفيقة عبد الحميد ذكى
دكتور: أحمد توفيق العاقل
دكتور: ليلي ضياء الدين المهدي
دكتور : مها السيد أبو ذكرى

قسم: الصناعات الأغذية **فرع:** اقتصاد منزلي **تاريخ منح الدرجة:** ٨ / ٦ /٢٠١١

المستخلص العربي

تم تصميم وإعداد ستة خلطات اساسها دقيق الصويا المنزوع الزيت لتغذية ا لرضع وصغار الأطفال المصابين بالإسهال الحاد وكذلك الأرز- الجزر الأصفر- البرتقال- نشا البطاطس .وقد تم تقييم الخلطات كيميائيا و ميكروبيولوجيا وطبيعيا وحسيا وحيويا كما تم تغذية الأطفال المصابين بالإسهال الحاد كأختبار عملى لكفاءتها وعلاج الأسهال.

وقد اوضحت النتائج احتواء الخلطات على ٥,٦٧- ٧,٠٠% الرطوبة كما تراوحت نسب البروتين و الدهن والرماد والألياف و الكربوهيدات والبكتين ٢٣,٤٢ -٣٣,٢٠ ، ٦,٤٧ – ٧,٥٠،٢,٤٠ - ٤,٥٠، ٣,٩٠ – ٥,٧٨، ٥١,٠٢ – ٦٣,٨١، ٢,٢٢ – ٢,٦٧% على التوالي. وكانت السعرات الحرارية للخلطات ٤٠٠,٣ – ٤٠٧,١٥ سعر حراري. فقد كان محتوى الخلطات من الكالسيوم – الصوديوم – البوتاسيوم – الحديد – الزنك ٧٠,١٠ – ١٣٨,٢٠ ، ١١٠,٤٥ – ١٥٣,١٠، ٢١٥,٩٠ – ٣٢٠,٥٠ ، ١٧,٧٩ – ٢٨,٥٤، ٨,٩٦ – ١٣,٣٦ (ملجم / ١٠٠ جم) على التوالي. كما احتوت على٢٨٨,٤٦ – ٦٣٠,٨٠ وحدة دولية فيتامين أ /١٠٠ جم، ٤٠ ملجم فيتامين ج /١٠٠ جم، ٠,٢٤ – ٠,٣٠ ملجم ثيامين /١٠٠جم. ومحتواها منخفض من حمض ألفيتك ٠,٧٠ – ٠,٨٥ ملجم /١٠٠جم و مضاد التربسين ١,٥٠ – ١,٩٠ ملجم /جم و نشاط اليوريز ٠,٠٥ – ٠,٠٨ وحدة دولية /ملجم. وكذلك أثبت التقييم الميكروبيولوجى خلو الخلطات من بكتريا القولون والفطريات والخمائر وانخفاض العد الكلى للبكتريا و مطابقة للمواصفات القياسية المصرية والخصائص الحسية مقبولة (الطعم و اللون و الرائحة والقوام و التقبل الحسى) وأفضلها الخلطة الثانية ثم الرابعة .

كما بين التقييم الحيوى وقف الأسهال الحاد بعد ١-٢ يوم من اعطاء الخلطات بينما المجموعة الضابطة الموجبة استمر لمدة ٣-٤ أيام. قلت أوزان الفئران بعد الأصابه بالأسهال عن مثيلاتها المجموعة الضابطة السالبة معنويا ($p>0.05$). وكانت أوزان الفئران المصابة بعد تغذيتها على الوجبات بها الخلطات اعلى من مثلاتها المجموعتين الضابطة السالبة والموجبة. وقد وجدت فروق بين المجموعات لمعدل كفاءة الغذاء ذات دلالة معنوية (عند مستوى المعنوية ($p>0.05$). وجبات بها الخلطات والمجموعة الموجبة أعلى من مثيلاتها للمجموعة السالبة ذات دلالة معنوية ($p>0.05$). قيم وظائف الكبد فى المعدل الطبيعى للفئران. قد كانت اعلى معنويا قيم حمض اليوريك والكرياتينين و اليوريا للفئران بعد أصابتها بالأسهال عن مثيلاتها المجموعة الضابطة السالبة بينما كانت اقل بعد التغذية على الخلطات. وكان تركيز الصوديوم والبوتاسيوم والزنك اقل عن المجموعة الضابطة السالبة بعد الإسهال ولكن في نهاية التجربة لم توجد فروق معنوية بين المجاميع المختبرة والمجموعة الضابطة السالبة. بينما كانت اوزان الفئران المصابة بالإسهال المزمن اقل عن مثيلاتها فى المجموعات المغذاة على الخلطات والمجموعة السالبة و الموجبة. كما أوضحت انه يوجد فروق معنوية في الأوزان بين المجاميع المختبرة وبعضها . لم توجد اختلافات بين نسبة الهيموجلوبين وخلايا الدم الحمراء والبيضاء ابين هذه المجموعات ولكن لوحظ موت فئران المجموعة الضابطة الموجبة بعد ٧ أيام.

بالنسبة للتجربة الأكلينيكية فى بداية التجربة لم توجد اختلافات معنوية بين كل من متوسط السن والجنس و خصائص المرضى على المستوى المعنوى ($p<0.05$). كما لم توجد اختلافات معنوية بين القياسات الأنثربوميتر بين المجموعات المختلفة فى الوزن المكتسب بعد ١٥ يوم على المستوى المعنوى ($p<0.05$). بينما لوحظ وجود اختلافات ذات دلاله معنوية ($p<0.001$)حيث كانت زيادة الوزن للاطفال الذين تم تغذيتهم علىالخلطات اعلى بالمقارنة بالمجموعة الضابطة. ولكن لاتوجد اختلافات معنوية بين الخلطات وبعضها على المستوى ($p<0.05$). لم توجد اختلافات معنوية فى تقبل الخلطات على المستوى المعنوى ($p<0.05$) بعد ١٥ ايام من بداية الدراسة و كانت اعلاها فى التركيبة رقم ٢ وتليها الخلطات ٦، ٤، ٣ على الترتيب ثم ١، ٥ كما زاد تقبل الخلطات المختلفة بعد ١٥ يوما.

الكلمات الدالة: الإسهال الحاد – الرضع – خلطات الصويا – الحبوب- القيمة الغذائية- مضادات التغذية – الرضع.

CONTENTS

	Page
INTRODUCTION	**1**
REVIEW OF LITERATURE	**5**
1. Diarrhea disease	**5**
a. Incidence of diarrhea among infants and young children in Egypt	**5**
b. Diarrhea and mortality rates	**6**
c. Causes of diarrhea	**7**
d. Malnutrition and diarrhea	**8**
e. Dehydration and diarrhea	**10**
f. Treatment of diarrhea	**11**
g. Nutrition during and after diarrhea	**12**
2. The recommended daily allowances for infants	**16**
a. Protein and energy requirements	**16**
b. Minerals requirements	**19**
c. Vitamins requirements	**20**
3. Infant food formulas	**21**
a. Composition of infant formulas	**21**
b. Ingredients used in special formulas for infants and young children	**24**
1. Soybeans	**24**
2. Rice	**26**
3. Carrots	**28**
4. Potato	**28**
5. Orange	**29**
c. Extrusion Processing and its effect	**29**
MATERIALS, SUBJECTS AND METHODS	**31**
RESULTS AND DISCUSSION	**44**
1. Preparation and evaluation of the prepared formulas for infants with acute diarrhea	**44**
a. Chemical composition of the used raw ingredients	**44**
1. Summative analysis of the used raw ingredients	**44**
2. Minerals contents of the used ingredients	**47**

3. Essential amino acids contents of the treated soybean and rice flour compared to the FAO provisional pattern for infant..... **48**
4. Antinutritional factors in the raw and treated soybeans..... **50**
b. Chemical composition of the different formulas..... **52**
1. Summative analysis of the different formulas **52**
2. Mineral and vitamin contents of the prepared formulas for infants with acute diarrhea **56**
3. Essential amino acids contents of the formulas compared to the FAO provisional pattern for infants (g/100g protein) **59**
4. Anti- nutritional factors contents in the prepared formulas **61**
c. Microbiological examination of the prepared formulas..... **62**
d. Physical characteristics of the prepared formulas..... **63**
e. Sensory evaluation of the prepared formulas..... **65**
f. Economical evaluation of the prepared formulas..... **67**
g. Biological evaluation of different prepared formulas **69**
1. Effect of different formulas on body weight gain (BWG %) and feed efficiency ratio (FER) in rats with acute diarrhea..... **69**
2. Effect of different formulas on relative organs' weight (ROW %) of rats with acute diarrhea..... **71**
3. Effect of different formulas on total protein and enzymes liver in rats with acute diarrhea..... **73**
4. Effect of different formulas on kidney functions of rats with acute diarrhea **75**
5. Effect of different formulas on some minerals in serum of the rats with acute diarrhea..... **77**
6. Effect of different formulas on the gain of body weight in rats with chronic diarrhea..... **78**
7. Effect of different formulas on the hemoglobin (Hb), red blood cells (RBC) and white blood cells (WBC) of rats with chronic diarrhea **80**
2. The efficacy of the proposed formulas in treating infants and young children with acute diarrhea **81**

a. Baseline characteristics of patients with acute diarrhea **81**
b. Feeding patterns of the subjects at the of enrollment in the study..... **84**
c. The used drugs for treating subjects at enrollment in the study..... **87**
d. Anthropometric measurements according to reference values for patients under study..... **88**
e. Effect of giving different formulas to the subjects with acute diarrhea on body weight **93**
f. Effect of different formulae on diarrhea duration and the number of motions per day after 5 days..... **96**
g. Effect of different formulae on the number of motions per day after 5 days..... **97**
h. Subjects' acceptabilities of formula prepared for acute diarrhea..... **100**
SUMMARY..... **101**
CONCLUSION..... **109**
REFERENCES..... **110**
APPENDIX 1..... **131**
ARABIC SUMMARY.....