

## PROCESSAMENTO DO GERGELIM (*Sesamum indicum*, L.)

Yanina Madalena de Calvette<sup>1</sup>  
Geraldo Arraes Maia<sup>2</sup>  
Francisco José S. Telles<sup>2</sup>  
José Carlos Sabino Monteiro<sup>2</sup>  
Miranice Gonzaga Sales<sup>3</sup>

### RESUMO

A partir da semente integral do gergelim, (*Sesamum indicum*, L.), com 54,08% de óleo e 21,83% de proteína obteve-se a semente descascada com baixa concentração de oxalatos, que foi usada para a produção da farinha desengordurada de gergelim com 2,81% de óleo e 59,16% de proteína. A principal característica da farinha foi a alta concentração de aminoácidos sulfurados ( 30,88 mg/ g proteína ).

**PALAVRAS-CHAVE:** Gergelim, processamento, farinha, *sesamum*, proteína.

### DAFATED SESAME SEED FLOUR

### SUMMARY

In this work it was used sesame seeds ( *Sesamum nindicum*, L. ) to obtain defated flour. From the whole seed ( 54,08% fat and 21,83% protein) it was obtained peeled seed with low concentration of oxalate, which was used to make the defated sesame flour containing 2,81% of fat and 59,16% of protein. The main chracteristic of the flour was the high concentration of sulfured amino acids ( 30,88 mg/ g protein ).

**KEY WORDS:** Sesame seed, defated sesame flour, *sesamum*, proteína.

### INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum*, L.) pertence à família Pedaliaceae que é constituída por 16 gêneros e 60 espécies encontradas em áreas tropicais e subtropicais ( CALDWELL<sup>6</sup>).

Como toda planta que foi domesticada a muito tempo, o gergelim possui muitas variedades que diferem em tamanho, forma, hábitos de crescimento, cor das flores, tamanho, cor e composição das sementes (WEISS<sup>6</sup>). Segundo ALMEIDA e CANECCHIO<sup>1</sup> o gergelim é uma planta arbustiva e anual, cujos caracteres morfológicos são inconstantes na mesma variedade, na mesma planta e, até no mesmo galho. Por exemplo, o formato das folhas, a posição das flores, o número de frutos por axila e o número de lojas por fruto.

VARMA<sup>25</sup>, define a semente como de tamanho diminuto (2 a 4 mm de comprimento e até 2 mm de largura) e forma achatada, e cor variando entre o branco, cremoso e escuro. O peso de mil sementes atinge em média, 600 a 650g. Cerca da metade do peso da semente é constituído de óleo.<sup>6</sup>

Quando a farinha de gergelim se destina ao consumo humano é necessário uma atenção especial à qualidade da matéria-prima e seu tratamento, objetivando a segurança, sanidade, qualidade e valor nutricional da torta extraída (SUBRAMANIAN<sup>22</sup>).

Em muitos países, uma parte considerável da população tem difícil acesso aos alimentos protéicos de origem animal. Nestes casos, existe a possibilidade da utiliza-

<sup>1</sup> Mestranda do curso de Tecnologia de alimentos da UFC.

<sup>2</sup> Professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Cx. Postal, 12168 - CEP 60000 - Fortaleza -CE.

<sup>3</sup> Professora do Departamento de Economia Doméstica da UFC.

ção de fontes protéicas vegetais que podem suprir as necessidades nutricionais de diferentes grupos da população.

As etapas de descasque, secagem da semente descascada, extração do óleo e dessolventização, usadas na produção da farinha de gergelim, utilizam calor. O tratamento térmico severo implica na diminuição da qualidade protéica, enquanto que o uso do calor moderado pode aumentar a qualidade nutricional da farinha (CARTER et al.<sup>7</sup>).

Para conservar todo o valor das proteínas do gergelim, as operações tecnológicas utilizadas devem preservar ao máximo, os aminoácidos a nível de composição, digestibilidade e disponibilidade (FABRY<sup>9</sup>).

Sabendo-se que o resíduo obtido a partir da extração do óleo de gergelim contém, em média 50% de proteína e considerando que a semente é rica em aminoácidos sulfurados, característica rara entre as proteínas de origem vegetal, foi desenvolvido o presente trabalho visando a obtenção da farinha de gergelim e sua utilização na alimentação humana.

## MATERIAL E MÉTODOS

Como matéria-prima para a realização desse trabalho foram utilizadas sementes de gergelim obtidas junto à CENTRAL - Cooperativa Central dos Produtores de Algodão Ltda. em Fortaleza-Ceará. Foi escolhido, aleatoriamente, um saco de 50 kg que fazia parte do estoque de 2 toneladas referentes à safra de 1989.

Eram sementes pequenas e homogêneas, de cor parda clara, medindo em média 2x3 mm.

Para o descasque das sementes utilizou-se a técnica de maceração em alcali, de acordo com os parâmetros propostos por SHAMANTHAKA et al<sup>19</sup>. O processo foi adaptado aos equipamentos que fazem parte da planta piloto da Divisão de Tecnologia de Alimentos do NUTEC-Ce, seguindo as etapas ordenadas em fluxograma.

Inicialmente procedeu-se a limpeza do conteúdo de um saco de 50 kg de gergelim, através do uso de telas com fios de nylon e injeção de ar comprimido.

A maceração de 20 kg de sementes limpas foi realizada em 2 porções de 10 kg cada. Cada batelada foi macerada em 20 litros de solução de NaOH 0,6% a 86°C por segundos.

Para interromper o aquecimento, adicionou-se, rapidamente, 20 litros de água (28°C) sendo o conteúdo vertido em sacos de estopa. As sementes foram lavadas com água corrente até pH neutro e escorrido no próprio saco.

A retirada da camada externa da semente foi feita com auxílio de uma despolpadeira de frutos, marca IMARVIL-CE com capacidade nominal de 150 kg/h. Foi necessário adaptar cordas de nylon aos raspadores internos, que foram ajustados à tela.

A alimentação com as sementes integrais umedecidas foi constante e as sementes descascadas obtidas na parte central, foram continuamente descarregadas pela saída original do "bagaço" de frutos. Na saída destinada ao suco, obteve-se uma "borra residual" escura e bastante mo-lhada.

As sementes úmidas foram espalhadas em bandejas de aço inoxidável (1200 cm<sup>2</sup>) com perfurações e colocadas em estufa de ar circulante com temperatura entre 50 a 55°C por 18 horas. Usou-se em média 1,5 kg de gergelim úmido em cada uma das 8 bandejas da estufa.

Obteve-se 16 kg de sementes descascadas e secas que foram divididas em 2 porções iguais. Cada porção foi triturada em liquidificador industrial com copo de aço inoxidável de 5 litros de capacidade.

Para a extração do óleo foi usado equipamento do tipo Soxlet de aço inoxidável com circulação contínua de hexano. Em cada batelada usou-se 15 litros com reposição diária de 5 litros. Os dados relativos a esta operação constam na TABELA 5.

A torta desengordurada obtida na extração do óleo foi colocada em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 50-55°C por 8 horas para a dessolventização.

O produto seco foi processado em moinho de disco com malha de 20 mesh. A farinha assim obtida foi colocada em sacos plásticos tipo Zippy, hermeticamente fechados, conservados em freezer doméstico até 24 h antes do suco.

A determinação da umidade, óleo, proteína bruta e cinzas das sementes de gergelim inteiras, com e sem casca, e da farinha desengordurada de gergelim foram efetuadas de acordo com o método descrito pela AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY (AOCS)<sup>2</sup>.

O teor de fibra foi determinado segundo técnica descrita por VAN DE KAMER e VAN JUNKEL<sup>24</sup>.

A determinação do cálcio foi efetuada de conformidade com o método indicado pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS(AOAC)<sup>3</sup>.

As determinações de aminoácidos foram realizadas em analisador automático BECKMAN-CL (Beckman Instruments, Palo Alto, CA-USA, 1977), junto ao Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição da UNICAMP, segundo técnica descrita por SPACKMAN et al.<sup>21</sup>.

O teor de carboidratos foi obtido por diferença.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de composição química das sementes integrais e descascadas constam na TABELA 1 e estão de acordo com os dados citados por RAMACHANDRA et al.<sup>18</sup>, SILVA e RIVEROS<sup>20</sup>, MEKSONGSEE e SWATDITAT<sup>17</sup>.

A alta concentração de óleo encontrada nas sementes integrais (54,08%) está relacionada ao clima tropical (FRANCO<sup>11</sup>) e aumenta a viabilidade econômica do processamento da semente em nível industrial, pois este componente tem alto valor comercial (BRITO<sup>5</sup>). Esta alta concentração de óleo implica na diminuição do teor de proteínas das sementes (UDAYASEKHARA RAO e SRINIVASA RAO<sup>23</sup>).

O teor de proteína bruta foi fundamental na avaliação da qualidade nutricional. O resultado foi encontrado, multiplicando-se o valor obtido na análise de nitrogênio pelo fator 6,25 (in JOHNSON et al.<sup>15</sup>) que leva em consideração o fato de que a principal globulina da proteína do gergelim contém 15,9% de nitrogênio.

Os carboidratos totais (menos fibra) foram obtidos por diferença e o valor encontrado

está próximo dos 14% citado por KRISHNAMURTI<sup>16</sup>). O cálcio foi o único micronutriente analisado em função de seu significado na avaliação da eficiência do descasque do gergelim.

A composição centesimal das sementes integrais está de acordo com aquela citada por DELGADO<sup>8</sup>, principalmente quando comparada aos valores das sementes venezuelanas. Somente os resultados referentes a cinzas e fibra não coincidem, sendo significativamente inferiores.

A técnica de descasque por via úmida, usando maceração com hidróxido de sódio, está de acordo com a técnica citada por SHAMANTHAKA et al.<sup>19</sup> e as quantidades usadas estão discriminadas na TABELA 2. RAMACHANDRA et al.<sup>18</sup>, citam o processamento de 1 tonelada/dia de sementes integrais, utilizando o mesmo procedimento para porções de 50 kg.

O material dessecado (resíduo) foi analisado e os resultados (em base seca) são os seguintes: proteína bruta 4,14%, cinzas 29,12%, óleo 2,29%.

RAMACHANDRA et al.<sup>18</sup>, recomendam a lavagem das sementes descascadas. Esta etapa não foi necessária pois as sementes mostravam-se limpas. Deste modo evitou-se elevar a umidade que estava entre 21 e 22%.

Após a secagem, as sementes de cor creme claro e aspecto polido e brilhante eram bastante homogêneas. Este aspecto e a preservação da integridade da semente durante o processo de descasque, estão relacionados às características do endosperma. Esta camada bastante fina e rija, é uma segunda cobertura que não é removida durante o descasque (CARTER et al.<sup>7</sup>).

Houve um aumento esperado no percentual de óleo e proteína com relação à semente integral. Os valores para cinzas e fibras são proporcionalmente menores que os da semente integral.

A redução do cálcio foi quase total, o que está de acordo com CARTER et al.<sup>7</sup> Segundo JAFFÉ e CHAVEZ<sup>14</sup>, até 2/3 do cálcio do gergelim estão comprometidos na formação dos cristais de oxalato de cálcio, localizados na primeira camada de células da

semente. Pode-se afirmar então, que houve uma redução significativa no conteúdo de oxalatos, que podem estar presentes na farinha de gergelim até o máximo de 0,5% (GUERRA et al.<sup>12</sup>).

A TABELA 3 mostra os valores calculados para o rendimento do descasque. O percentual de 86,52 é superior aos 83% citados por MEKSONGSEE e SWATDITAT<sup>17</sup> e também superior aos 84% citados por RAMACHANDRA et al.<sup>18</sup>.

A TABELA 4 mostra as perdas em óleo e proteína através do resíduo do descasque. Os valores encontrados demonstram que houve uma perda insignificante de óleo e que a perda de proteína, mesmo sendo um pouco superior, ainda foi pequena. Os dois resultados são inferiores aos valores de 0,15% e 0,32% em óleo e proteína encontrados por RAMACHANDRA et al.<sup>18</sup>.

A torta desengordurada foi obtida através de extração do óleo por solvente, método indicado tanto para uso industrial como para laboratório (HERRERA et al.<sup>13</sup>). Os parâmetros do processo utilizando um extrator contínuo constam da TABELA 5.

O material desengordurado foi dessolventizado em estufa.

A torta desengordurada foi moída e em seguida foi feita a caracterização química da farinha produzida. A composição centesimal é mostrada na TABELA 6 e os valores obtidos estão de acordo com aqueles citados por RAMACHANDRA et al.<sup>18</sup>, SILVA E REVERO<sup>20</sup>, MAKSONGSEE e SWATDITAT<sup>17</sup>. Somente cinzas e fibra estão em menor concentração, mas são proporcionais aos valores encontrados nas sementes integrais.

A concentração de proteína bruta é elevada, o que demonstra o alto potencial do gergelim como fonte protéica. Para caracterizar a farinha de gergelim como complemento protéico foi necessário quantificar seus aminoácidos. Os valores obtidos constam da TABELA 7. Estes valores são superiores aos citados por KRISHNAMURTHY et al.<sup>16</sup>, BOLOORFOOSHAN e MARKARKIS<sup>4</sup>.

TABELA 1 - Composição percentual das sementes de gergelim usadas no preparo da farinha desengordurada de gergelim.

Constituintes(a)	Semente com casca		Semente sem casca	
	Base Úmida	Base Seca	Base Úmida	Base Seca
Umidade	6,17		3,90	
Óleo	54,08	57,64	60,31	62,76
Proteína bruta(b)	21,83	23,26	23,68	24,64
Cinzas	3,68	3,92	2,29	2,38
Fibra	2,23	2,38	1,53	1,59
Cálcio	1,86	2,12	0,08	0,09
Carboidratos(c)	12,01	12,08	8,29	8,63

(a) - Média dos resultados de análises em triplicata.

(b) - Valor  $N \times 6,25$

(c) - Calculado por diferença

TABELA 2 - Relação das quantidades envolvidas no processo de descasque das sementes de gergelim.

Elementos	Batelada 2 <sup>a</sup>		Total
Semente limpa (kg)	10,0	10,0	20,0
Solução NaOH 0,6% (1)	20,0	20,0	40,0
Gergelim descascado úmido (kg)	10,3	11,8	22,1
Gergelim descascado seco (kg)	8,4	8,5	16,9
Perda em gergelim úmido (kg)	0,4	0,4	0,8
Resíduo do descasque (kg) (a)	10,8	10,1	20,9

(a) - Resíduo seco e pastoso contendo a camada externa das sementes

TABELA 3 - Rendimento do descasque

Elemento	Peso (kg)	Peso em Base Seca (kg)	Percentual da Semente Integral
Semente com casca	20,20	18,77 (b)	100,00
Semente sem casca (secas)	16,90	16,24 (c)	86,52
Resíduo do descasque	20,90	1,16 (d)	6,16
Perda em sementes	0,86	0,70 (e)	3,73
Pigmentos e constituintes solúveis		0,67 (f)	3,57

(a) - Cálculo usando o peso em base seca.

(b) - Matéria seca = 93,83%

(c) - Matéria seca = 96,10%

(d) - Matéria seca = 5,53%

(e) - Matéria seca = 80%

(f) - Calculado por diferença, menos (b), (c) e (d) segundo RAMACHANDRA et al. (1970).

(g) - Borra úmida

TABELA 4 - Concentrações de óleo e proteína das sementes e perdas no descasque. (Em kg para cada 100 kg de sementes integrais).

Constituinte	Semente Integral	Semente descascada	Perda no resíduo do descasque(a)
Óleo	57,64	62,76	0,24
Proteína	23,26	24,64	0,13

(a) - Valor obtido usando os resultados da análise do resíduo dessecado onde proteína = 4,14% e óleo = 2,29%.

TABELA 5 - Dados do processo de extração do óleo das sementes descascadas (a)

Constituintes	1 <sup>a</sup> Batelada	2 <sup>a</sup> Batelada	Total
Sementes descascadas, secas, trituradas (kg)	5,8	8,5	14,3
Solvente hexano (1)	15 (b)	15 (b)	66 (c)
Tempo de extração (h)	4x6	4x6	42 (d)
Temperatura solvente (°C)	68-70	68-70	68-70

(a) Em aparelho contínuo tipo Soxhlet

(b) Quantidade inicial usada.

(c) A cada dia de extração foi reposto 5 litros de hexano.

(d) A última etapa de 6h foi realizada misturando-se o material semi-desengordurado das duas bateladas

TABELA 6 - Composição da farinha desengordurada do gergelim descascado - FDG (Valores em g%)

Constituinte	Base Úmida	Base Seca
Umidade	7,21	
Óleo	2,81	3,03
Proteína bruta (Nx6,25)	59,16	63,78
Cinzas	5,77	6,22
Fibra	4,21	4,54
---	20,82	22,16
Cálcio	0,14	0,151

(a) Valor obtido por diferença.

TABELA 7 - Perfil de aminoácidos da farinha de gergelim (\*).

Aminoácidos	g/100g	Teores g/16g N
Ac. aspártico	7,00	11,20
Treonina	3,04	4,86
Serina	3,45	5,52
Ac. glutâmico	16,32	26,11
Prolina	2,29	3,66
Glicina	3,49	5,58
Alanina	3,37	5,39
½ Cistina	0,89	1,44
Valina	3,03	4,45
Metionina	1,04	1,66
Isoleucina	2,68	4,23
Leucina	4,28	6,85
Tirosina	2,33	3,73
Fenilalanina	2,93	4,69
Amônia	1,34	2,14
Lisina	1,63	2,61
Histidina	1,54	2,45
Arginina	7,46	11,94

(\*) O valor de proteína bruta (Micro-Kjeldahl) = 24,8% com recuperação final de aminoácidos = 107,96%.

## CONCLUSÕES

Na análise da composição das sementes integrais de gergelim usadas neste estudo, obteve-se um valor elevado para concentração de óleo (57,64% em base seca). Segundo a literatura, este resultado pode estar relacionado ao clima tropical da região. O alto conteúdo em óleo é uma característica fundamental para o uso do gergelim como matéria-prima alternativa para as indústrias de óleo da região. Em consequência deste alto percentual, obteve-se uma concentração baixa de proteína (23,26% em b.s.), porém dentro dos limites citados na literatura.

A concentração de cálcio na semente integral (2,12% em b.s.) indica uma quantidade extremamente alta de oxalatos. Para reduzi-la, foi utilizado o descasque úmido com maceração em hidróxido de sódio, obtendo-se sementes com níveis insignificantes de cálcio (0,09% em b.s.) e consequentemente, de oxalatos.

A metodologia utilizada para o descasque, demonstrou ser bastante eficiente pois o rendimento de 86,52% foi superior ao valor encontrado na literatura. O processamento de bateladas de 10 kg em planta piloto, mostrou a possibilidade de utilizar a técnica a nível de produção industrial. A principal perda (6,18%), está relacionada às cascas retiradas durante o processo. As perdas em óleo e proteína no resíduo do descasque foram muito pequenas (0,24 e 0,13%, respectivamente).

As sementes descascadas e secas possuíam aparência bastante homogênea, com percentuais de óleo e proteína superiores aos da semente integral (respectivamente 62,76% 24,64% em b.s.). Estes resultados estão relacionados à diminuição do conteúdo em cinzas e carboidratos totais, principais componentes das cascas retiradas.

A extração do óleo das sementes, utilizando processo semi-industrial com extrator tipo Soxhlet, foi lenta. A torta obtida após 24 h de extração continha 3,03% de óleo (b.s.).

A moagem da torta desengordurada produziu uma farinha (FDG) com ótimo aspecto e cor clara. O conteúdo elevado em proteína (63,78 % em b.s.) sugere sua utilização como matéria-prima com potencial em termos de valor nutricional. O perfil de aminoácidos mostrou que a proteína da farinha é rica em sulfurados (30,38 mg/g proteína). Este perfil de aminoácidos limitante, em relação a proteína padrão FAO<sup>10</sup>, é a lisina (26,08 mg/g proteína). Este perfil de aminoácidos justifica sua utilização como complemento para várias proteínas vegetais, destacando-se as leguminosas, ricas em lisina.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, T.C.; CANECHIO, F. V. Principais culturas. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, v.II, p.83-89.1973
2. AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. Official and Tentative Methods. 3a. ed. EUA, 1974, (não paginado).
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of

- analysis. 13 ed. Washington, AOAC Inc., 1980, 1018 p.
4. BOLOORFOROOSHAN, M.; MARKARKIS, P. Protein supplementation of navy beans with sesame. *J. Food Science*. 44(2):390-391, 1979.
  5. BRITO, M. S. Aspectos gerais da produção de oleaginosas e das indústrias de óleos vegetais no Nordeste. Fortaleza, BNB/ETENE/COESI, 1984. 204 p.
  6. CALDWELL, R. W. Sesame Meal. In: *Processed protein foodstuffs*. New York, Academic Press, p. 535-556, 1958.
  7. CARTER, F. L.; CIRINO, V. O.; ALLEN, L. E. Effect of processing on the composition of sesame seed and meal. *J. Amer. Oil Chem. Soc.* 38: 148-150, 1961.
  8. DELGADO, M. C. Notas sobre usos del anjojoli. *Boletim Técnico CIARCO*. 4, (1-2):26-29, 1974.
  9. FABRY, H. Influence des traitements de la huilerie sur la composition en acides aminés et la valeur nutritionnelle des protéines d'oléagineux; absorption des produits de leur dégradation. *Rev. Fr. Corp. Gras*. 27, (10): 449-456, 1980.
  10. FAO: Reuniones sobre Nutrición. Necesidad de energía y proteínas. Roma, 1985. 220p.
  11. FRANCO, J. A. A. A cultura do gergelim e suas possibilidades no Nordeste. Fortaleza, BNB/ETENE, 1970. 69 p.
  12. GUERRA, M. J.; JAFFÉ, W. G.; SANGRONIS, E. Obtenção de frações proteicas a partir de tortas comerciais de gergelim. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 34, (3): 477-487, 1984.
  13. HERRERA, H. E.; GIL, A. P.; TOVAR, J. P. Influencia del procesamiento industrial sobre el valor nutritivo de las tortas de anjojoli, algodón y soya em Colombia. *Rev. ICA, Colombia*, 10(1):139-154, 1975.
  14. JAFFÉ, W. G.; CHAVEZ, J. F. El posible uso de harina de anjojoli para fines comestibles. *Arch. Latino Am. Nutr.* 20: 31-48, 1970.
  15. JOHNSON, L. A.; SULEIMAN, T. M.; LUSAS, E. W. Sesame protein A review and prospectus. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 56: 463-468, 1979.
  16. KRISHNAMURTHY, K.; TASKER, P. K.; RAMANKRISHNAM, R. Nutritive value of sesame seed. *Ann. Biochem, Calcutá*, 20,(3):73-76, 1960.
  17. MEKSONGSEE, L. A.; SWATDITAT, A. Preparation of dehulled, defatted sesame flour. *Thai J. Agr. Sci.* 7: 213-223, 1974.
  18. RAMACHANDRA, B. S.; SHAMAN THAKA SASTRY, M. C.; SUBBA RAO, L. S. Process development studies on the wet dehulling and processing of sesame seed to obtain edible protein concentrates. *J. Food Sci. Techn.* 7: 127-131, 1970.
  19. SHAMANTHAKA SASTRY, M. C.; SUBRAMANIAN, N.; PARPIA, H. A. B. Effect of dehulling and heat processing on nutritional value of sesame protein. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 51 (4): 115-118, 1974.
  20. SILVA, G. S.; RIVEROS, H. S. Productos alimenticios derivados de anjojoli. *Rev. Inst. Inv. Tecn., Colombia*, n 120: 34-55, 1979.
  21. SPACKMAN, D. H.; STEIN, W. H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. *Analyt. Chem.* 30: 1190-1205, 1958.
  22. SUBRAMANIAN, N. Technology of vegetable protein foods. *J. Food. Sci. Tecn*, 17, jan/april 1980.
  23. UDAYASEKHARA RAO, P.; SRINIVASA RAO, P. Chemical composition and fatty acid profile of high-yielding varieties of oil seeds. *Indian J. Agric. Sci.* 51(10): 703-707, 1981.
  24. VAN DE KAMER, J. H.; VAN JUNKEL L. Rapid determination of the crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*. 29: 239-245, 1952.
  25. VARMA, K. R. L'huile de sésame. *Oleagineux*. 11: 793-801, 1958.
  26. WEISS, E. A. *Castor, Sesame and Saflower*. London, Leonard Hill, 1971, p. 311-845.