

ESTUDO COMPARATIVO DE CULTIVARES DE REPOLHO (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.) COM VISTAS À PRODUÇÃO DE CHUCRUTE: CARBOIDRATOS SOLÚVEIS, ACIDEZ TOTAL, pH E TEMPO DE FERMENTAÇÃO¹ /

J. S. GOLDONI*
L. A. BONASSI*
F. A. D. CONCEIÇÃO**

Abstract

In a comparative study of twenty-three cabbage cultivars, regarding sauerkraut production under natural fermentative process, contents of soluble carbohydrates, total acidity as lactic acid, pH and fermentation time were determined.

Through the results, it was verified that the levels of soluble carbohydrates varied as following: a) cabbage: fresh matter – 1.93% to 3.88% (mean of 2.65), dry matter – 19.33% to 48.38% (mean of 33.57%); b) sauerkraut: fresh matter – 0.02% to 0.33% (mean of 0.11%), dry matter 0.25% to 3.03% (mean of 1.22%); c) brine: 0.05% to 0.44% (mean of 0.18%). The total acidity ranged from 0.99% to 1.74% (mean of 1.32%), the pH from 3.60 to 4.00 (mean of 3.98), and the fermentation time corresponded to a period of 30.00 to 34.00 days (mean of 32.26 days).

It was also verified with the results, that the manufactured sauerkrauts with all the cabbage cultivars were feasible to undergo lactic acid fermentation, regarding sauerkraut production.

Introdução

O emprego da fermentação láctica para a preservação de hortaliças é um processo amplamente utilizado na Europa e nos Estados Unidos, sendo o chucrute um desses produtos, que tem grande

significado econômico. No Brasil, a fermentação láctica pode ser empregada como um processo de conservação de hortaliças, e a produção de chucrute pode ser incrementada para o consumo interno e para exportação.

A fermentação de hortaliças de um modo geral e particularmente do repolho, é influenciada por fatores de natureza regional, pela quantidade de sal e pela temperatura (14). O emprego de diferentes cultivares de repolho resulta também na produção de chucrute com características diferentes (7, 8, 12).

O teor de açúcar nas hortaliças determina a acidez final dos produtos fermentados, enquanto que a quantidade de sal e a temperatura condicionam o ritmo de aumento dessa acidez e os tipos de bactérias que toman parte na fermentação (2, 3, 4, 5, 11, 13).

Considerando-se a escassez de pesquisas pertinentes ao assunto em nosso país, objetivou-se

¹ Recebido para publicação em 3 de novembro de 1980. Projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Se agradece a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo auxílio financeiro prestado na elaboração desta pesquisa.

* Professores Livre-Docentes do Departamento de Tecnologia dos Produtos Agropecuários da Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

** Professor Assistente Doutor do Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

no presente trabalho determinar os teores de carboidratos solúveis, acidez total, pH e tempo de fermentação, em um estudo com diferentes cultivares de repolho, com vistas à produção de chucrute através do processo fermentativo natural.

Material e métodos

Matéria prima

Como matéria prima para o preparo do chucrute, utilizou-se do repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) fornecido pelo Departamento de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônomicas do "Campus" de Botucatu e produzido na Fazenda Experimental "São Manoel", situada no município de São Manoel, S. P. As cultivares estudadas foram: Ishii-742, Akioo, Takahara-YR, Ei-Yu, Ishii-733, Kagayaki, Fuyusuruga, Guinshu-YR n.º 1, Todoroki, 146 ou Maturi, 55 x 234 ou Híbrido entre linhagens de Louco, Alvorada, Ishii-722, Subarashi, Chusei, Toyohikari ou Ishii-655, Bansei, Ishii-745, Guinshu-YR n.º 2, Ginga, Toyohikari n.º 2, Louquinho e Matsukase. O repolho foi colhido quando as "cabeças" se encontravam no seu máximo desenvolvimento e bem sólidas; assim-sendo, o desenvolvimento fisiológico foi o mesmo.

Fermentações

As fermentações com as diferentes cultivares, foram preparadas pelo método de salga a seco, empregando — se sal refinado comercial, segundo metodologia adotada por Goldoni (5). A fermentação das amostras das 23 cultivares foi realizada concomitantemente. A preparação e seu acondicionamento nas cubas de fermentação, foi feita toda de uma vez, em um único dia de trabalho. A fermentação foi realizada à temperatura ambiente (7), em condições idênticas para todas as cultivares. A temperatura média registrada em termo-higrógrafo foi 19.8°C. Para cada cultivar de repolho empregou-se 10 kg de material devidamente preparado. A média do tempo de fermentação é 32.26 dias, e mais conveniente 32 dias.

Análises químicas e físico químicas

Acidez e pH: No decorrer e no final do processo fermentativo, foram retiradas amostras de salmoura para determinação do pH e da acidez total. A acidez foi determinada através da titulação com solução de NaOH 0.1 N, expressando-se os resultados em porcentagem de ácido láctico. Para a determinação do pH,

empregou-se um potenciômetro medidor de pH com eletrodo de vidro, marca Corning, modelo 7.

Os valores encontrados nessas análises, bem como o controle visual do aspecto das fermentações, serviram para avaliar o final do processo fermentativo (5).

Carboidratos solúveis: Amostras da matéria prima, dos chucrutes produzidos e das respectivas salmouras foram retiradas para a determinação de carboidratos solúveis. Essas, foram classificadas (6), colocadas em vidros hermeticamente fechados e guardados em congelador à temperatura de -20°C, segundo indicação de Goldoni (5). Posteriormente foram efetuadas as determinações dos teores de carboidratos solúveis, pelo método descrito por Johnson *et al.* (9), utilizando-se o espectrofotômetro marca Coleman Junior II, modelo 6135.

Resultados e discussão

Carboidratos solúveis

Os resultados das determinações de carboidratos solúveis para as diferentes cultivares de repolho, para os chucrutes e respectivas salmouras, são apresentados no Quadro 1. Através dos dados contidos no mesmo, verifica-se que as variações encontradas para o teor de carboidratos solúveis foram: a) repolho: matéria fresca — 1.93% a 3.88% (média de 2.65), matéria seca — 19.33% a 48.38% (média de 33.57%); b) chucrute: matéria fresca — 0.02% a 0.33% (média de 0.11%), matéria seca — 0.25% a 3.03% (média de 1.22%); e c) salmoura: 0.05% a 0.44% (média de 0.18%).

Sobre a determinação de carboidratos solúveis nas diferentes cultivares de repolho, os valores encontrados neste trabalho (Quadro 1), tiveram uma grande variação, variação essa também encontrada por diversos pesquisadores. Assim, Peterson *et al.* (16), analisaram 19 lotes de repolho e encontraram em média, 3.38% de açúcar total; Pederson e Albury (15), verificaram que o teor de açúcar no repolho variava entre 2.9 a 8.7%; Gangopadhyay e Mukherjee (4), encontraram 3.4% de açúcar total; Matthews e Bates (12), verificaram que nas variedades de repolho King Cole, Market Prize, Green Boy e Little Rock, os teores de açúcar totais variaram entre 2.46 a 3.46%. Frazier (3), verificou que o teor de açúcar do repolho dependia da variedade e encontrou valores de 2.9 a 6.4%. Desrosier (2) cita o valor de 3.5%, enquanto que Goldoni (5), encontrou o valor de 3.91% de carboidratos solúveis em variedade comercial; Stamer (17) e Stamer *et al.* (18), verificaram que o conteúdo total de carboidratos, aparenta estar relacionado com a

Quadro 1. Percentagens de carboidratos solúveis (matéria fresca e matéria seca) nas diferentes cultivares de repolho, chucrutes e suas respectivas salmouras.

Cultivares	% Carboidratos solúveis totais				
	Repolho		Chucrute		Salmoura Final
	Mat. fresca	Mat. seca	Mat. fresca	Mat. seca	
Ishii-742	2.47	37.68	0.05	0.57	0.25
Akioo	2.47	37.05	0.33	3.03	0.22
Takahara-YR	2.38	30.32	0.29	2.44	0.18
EI-YU	2.66	34.74	0.18	1.78	0.16
Ishii-733	1.98	30.88	0.08	1.08	0.11
Kagayaki	2.65	39.08	0.21	2.08	0.36
Fuyusuruga	3.11	43.05	0.06	0.65	0.12
Guinshu-YR N ^o 1	1.93	28.76	0.10	1.29	0.04
Todoroki	2.06	30.75	0.08	0.94	0.05
146 Ou Matsuri	3.05	38.07	0.10	1.19	0.12
55 x 234	3.08	37.20	0.11	1.37	0.21
Alvorada	2.39	32.83	0.02	0.25	0.14
Ishii-722	2.94	35.04	0.05	0.98	0.06
Subarashi	3.88	48.38	0.08	1.05	0.10
Chusei	3.50	44.36	0.07	0.95	0.09
Toyohikari	2.15	27.53	0.11	1.34	0.44
Bansei	2.43	28.15	0.13	1.47	0.22
Ishii-745	2.47	19.33	0.12	1.16	0.24
Guinshu-YR N ^o 2	2.30	24.95	0.07	0.70	0.16
Ginga	2.90	31.25	0.09	0.93	0.29
Toyohinkari N ^o 2	2.65	33.00	0.10	1.10	0.25
Louquinho	2.58	31.27	0.08	0.89	0.17
Matsukase	2.94	31.41	0.06	0.74	0.29
Média	2.65	33.57	0.11	1.22	0.18

variedade de repolho e, na matéria seca, encontraram para 11 variedades comerciais, a variação de 35.0 a 49.7% e para uma variedade considerada de pobre fermentação, valores compreendidos entre 51.5 a 52,4% de carboidratos totais. Como pode ser verificado no Quadro 1, e com base nos dados obtidos na literatura, a maioria das cultivares estudadas no presente trabalho, apresentaram-se relativamente pobre em carboidratos totais.

As observações sobre os teores de carboidratos solúveis no produto final, ou sejam, os chucrutes e suas respectivas salmouras, conforme mostra o Quadro 1, estão em concordância com resultados do trabalho de Goldoni (5), que estudando a evolução dos carboidratos solúveis no decorrer da fermentação láctica, verificou não haver lixiviação total para a salmoura. Como pode ser verificado no Quadro 1, esse fato ocorreu, com variações, para todas as cultivares estudadas no presente trabalho. Ainda, relativo à carboidratos, Jones *et al.* (10), num estudo sobre

fermentação de pepino, verificaram que uma grande diferença na concentração de açúcar num determinado período da fermentação, teve pouco ou nenhum efeito na acidez produzida, fato esse também observado no decorrer deste trabalho pois, se os dados apresentados no Quadro 1, forem comparados àqueles do Quadro 2, verifica-se não haver uma relação definida entre a acidez total e as concentrações de carboidratos no repolho, no chucrute e na salmoura.

Acidez, pH e tempo de fermentação

Os resultados obtidos para a acidez total expressa em porcentagem de ácido láctico, para os valores de pH e tempo de fermentação, são apresentados no Quadro 2.

Observando-se os dados contidos no referido Quadro, pode-se verificar que as variações encontradas foram: a) acidez total - 0.99% a 1.74% (média

Quadro 2. Acidez total, pH e tempo de fermentação dos chucrutes elaborados com vinte e tres cultivares de repolho.

Cultivares	Acidez total (% de ácido láctico)	pH final	Tempo de fermentação (dias)
Ishii-742	1.29	4.1	32
Akioo	1.74	4.1	32
Takahara-YR	1.62	4.0	32
Ei-YU	1.68	4.0	32
Ishii-733	1.00	3.9	32
Kagayari	1.47	3.6	32
Fuyusuruga	1.42	4.0	34
Guinshu-YR N ^o 1	1.01	4.4	30
Iodoroki	1.09	4.2	30
146 Ou Matsuri	1.34	4.4	30
55 x 234	1.41	4.3	30
Alvorada	1.00	4.2	30
Ishii-722	0.99	3.9	32
Subarashi	1.05	3.7	32
Chusei	0.99	3.6	32
Toyohikari	1.29	3.8	32
Bansci	1.41	4.1	34
Ishii-745	1.37	4.0	34
Guinshu-YR N ^o 2	1.58	4.0	34
Ginga	1.34	3.8	34
Toyohikari N ^o 2	1.59	3.9	34
Louquinho	1.27	3.8	34
Matsukase	1.30	3.8	34
Média	1.32	3.98	32,26

de 1.32%); b) pH - 3.60 a 4.40 (média 3.98); c) tempo de fermentação - 30.00 a 34.00 dias (média de 32.26 dias). Esses resultados estão de acordo com a definição de chucrute (1) e também concordam com os valores observados nos trabalhos de Desrosier (2); Frazier (3), Gangopadhyay e Mulherjee (4), Goldoni (5), Lopez *et al.* (11), Matthews e Bates (12), Nabors e Salunke (13), Pederson e Albury (15) e de Vorbeck *et al.* (19); com as exceções de que, o tempo para ocorrer a cura é de 14 semanas (27) e de 55 a 61 dias (13), enquanto no presente estudo, o valor máximo encontrado para o tempo de fermentação foi 34 dias.

Conclusões

Os resultados obtidos nas condições do presente trabalho possibilitaram concluir que:

a) Embora a maioria das cultivares de repolho apresentassem teores relativamente baixo de carboidratos solúveis, elas se comportaram adequadamente ao processo fermentativo natural, tendo-se em vista à produção de chucrute;

b) Não houve lixiviação total dos carboidratos solúveis do repolho para a salmoura e que nesta sempre restou pequena quantidade sem sofrer ação dos microrganismos agentes da fermentação;

c) Não houve uma relação definida entre a acidez total e as concentrações de carboidratos no repolho, chucrute e salmoura.

Resumo

Num estudo comparativo de vinte e três cultivares de repolho com vistas à produção de chucrute pelo processo fermentativo natural, foram determinados: teores de carboidratos solúveis, acidez total, pH e tempo de fermentação.

Através dos resultados obtidos, verificou-se que as variações encontradas para os teores de carboidratos solúveis foram: a) repolho: matéria fresca - 1.93% a 3.88% (média de 2.65%), matéria seca - 19.33% a 48.38% (média de 33.57%); b) chucrute: matéria fresca - 0.02% a 0.33% (média de 0.11%),

matéria seca — 0.25% a 3.03% (média de 1.22%); c) salmoura: 0.05% a 0.44% (média de 0.18%). A acidez total variou de 0.99% a 1.74% (média de 1.32%), o pH de 3.60 a 4.00 (média de 3.98), e o tempo de fermentação correspondeu a um período de 30.00 a 34.00 dias (média de 32.26 dias).

Pelos resultados obtidos na presente pesquisa, verificou-se que os chucrutes elaborados com todas as cultivares de repolho sofreram fermentação láctica adequada, tendo-se em vista à produção de chucrute.

Literatura citada

- BRASIL. Leis, decretos, e outros. Decreto nº 52.004 — 28 julho 1970. Normas técnicas especiais, relativas a alimentação e bebidas. Diário Oficial do Estado de São Paulo, 1970. pp. 3-25.
- DESROSIER, N. W. Principles of food preservation by fermentation and pickling. In: The technology of food preservation. 2. ed. rev. aum. Westport, AVI, 1963. Cap. 7, pp. 239-67.
- FRAZIER, W. C. Conservación de cereales, azúcares, hortalizas y sus derivados. In: Microbiología de los alimentos. Zaragoza, Acribia, 1962. Cap. 12, pp. 158-76, 1962.
- GANGOPADHYAY, H. e MUKHERJEE, S. Effect of different salt concentrations on the microflora and physico-chemical changes in sauerkraut fermentation. Journal of Food Science & Technology., Mysore, 8:127-31, 1971.
- GOLDONI, J. S. Estudos sobre fermentação láctica em algumas hortaliças. Botucatu. (Tese — Doutorado — Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu). 1973.
- GOLDONI, J. S., CEREDA, M. P., e BONASSI, I. A. Clarificação de extrato aquoso de vegetais para determinação de carboidratos solúveis. In: Jornada Científica da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, 2a. Ed. Botucatu, 1972. Anais. . . , Botucatu, 1972. p. 129.
- GOLDONI, J. S., BONASSI, I. A., LIMA, U. de A., CONCEIÇÃO, F. A. D., e KIMOTO, T. Produção de chucrute. I. Influência da temperatura na fermentação de cultivares de repolho (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata* L.). Botucatu Científica Ser. A., 1:61-5, 1976.
- GOLDONI, J. S., BONASSI, I. A., LIMA, U. de A., CONCEIÇÃO, F. A. D., e KIMOTO, T. Produção de chucrute. II. Estudos das propriedades organolépticas de produtos obtidos com seis cultivares de repolho (*Brassica oleraceae* L. var. *capitata* L.). Botucatu Científica Ser. A., 25:137-41, 1977.
- JOHNSON, R. R., BALWANII, T. L., JOHNSON, L. J., McCLURE, K. E., e DEHORITY, B. A. Corn plant maturity. II. Effect on "in vitro" cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. Journal of Animal Science., Menasha, 25:617-23, 1966.
- JONES, I. D., VELDHUIS, M. K., ETCHELLS, J. L., VEERHOFF, O. Chemical and bacteriological changes in dill-pickle brines during fermentation. Food Research., Champaing, 5:533-47, 1940.
- LOPEZ, A., SCHWARTZ, M. G., PRATT, D. E., e POWERS, J. J. Nutritional supplementation of lactic acid flora of sauerkraut. Food Research., Champaing, 19:564-74, 1954.
- MATTHEWS, R. F. e BATES, R. P. Sauerkraut fermentation of some Florida Cabbage cultivars. Florida State Horticultural Society Proceedings., 83:236-40, 1970.
- NABORS, W. T. e SALUNKHE, D. K. Pre-fermentation inoculations with *Leuconostoc mesenteroides* and *Lactobacillus plantarum* on physico-chemical properties of fresh and dehydrated sauerkraut. Food Technology., Chicago, 23:67-71, 1969.
- PEDERSON, C. S. Sauerkraut. Advance in Food Research., New York, 10:233-79, 1960.
- PEDERSON, C. S. e ALBURY, M. N. The sauerkraut fermentation. Bulletin of New York State Agricultural Experiment Station., Geneva, (216):1-84, 1969.
- PETERSON, W. H., FRED, E. B., e VILJOEN, J. A. Variations in the chemical composition of cabbage and sauerkraut. Canner, Chicago, 61:19-21, 1925.

17. STAMER, J. R. Recent developments in the fermentation of sauerkraut. Special Report of New York State Agricultural Experiment Station., Geneva, (17):3-5, 1974.
18. STAMER, J. R.; DICKSON, M. H.; BOURKE, J. B.; STOYLA, B. O. Fermentation patterns of poorly fermenting cabbage hybrids. Applied Microbiology., Baltimore, 18:323-7, 1969.
19. VORBECK, M. L.; ALBURY, M. N.; MATTICK, L. R., LEE, F. A., e PEDERSON, C. S. Lipid alteration, during the fermentation of vegetables by the lactic acid bacteria. Journal of Food Science., Champaign, 28:495-502, 1963.