

Grãos verdes: influência na qualidade dos produtos à base de soja - Série Sementes

Condições de estresse climático e incidência de grãos verdes

Condições de estresse por altas temperaturas e seca, insetos, percevejos principalmente, e doenças podem ocasionar a formação de grãos de soja pequenos, enrugados, descoloridos e imaturos de coloração esverdeada. Nas situações de déficit hídrico (seca) e altas temperaturas, as plantas de soja suprimem a absorção de nutrientes para o seu desenvolvimento ou morrem antes do amadurecimento completo da semente (EXPLANATIONS..., 2000).

Entretanto, em condições de déficit hídrico durante o estágio reprodutivo, as plantas submetidas a essa condição podem acumular maior conteúdo de proteínas nos grãos (FARIAS et al., 1999). Assim sendo, a grande quantidade de grãos pequenos numa safra de soja pode ser causada pelo estresse por altas temperaturas e déficit hídrico (EXPLANATIONS..., 2000; PENDLETON & HARTWIG, 1973).

O desfolhamento e os danos à vagem causados por insetos, principalmente percevejos, podem causar problemas na maturação dos grãos e, conseqüentemente, aumento na quantidade de grãos verdes numa safra (EXPLANATIONS..., 2000).

No Rio Grande do Sul e em regiões sudeste e oeste do Paraná, normalmente em anos de ocorrência do fenômeno climático “La Niña”, ocorrem períodos de precipitações abaixo do normal (estiagem) na fase de enchimento de grãos, que favoreceram o aparecimento grãos imaturos de soja. Essas condições ocorreram também nas regiões nordeste e sul do Estado do Mato Grosso do Sul. Como essa região já foi afetada pela estiagem, causando condições drásticas de estresse na cultura da soja, uma grande quantidade de grãos imaturos ou verdes foram produzidos, colhidos e comercializados juntamente com grãos maduros (PROBLEMAS..., 2002; WORLD..., 2002). Na safra atual 2011/2012 novamente a ocorrência de precipitações muito abaixo do normal (estiagem rigorosa) no Rio Grande do Sul, oeste de Santa Catarina e sudoeste e oeste do Paraná provocaram novamente uma grande incidência de grãos imaturos e de coloração esverdeada (“grãos verdes”).

Foto: Danilo Estevão



Figura 1. Grãos verdes de soja

Autor

José Marcos Gontijo
Mandarino, M.Sc.
Farmacêutico-Bioquímico.
pesquisador, Embrapa Soja
marcos@cnpso.embrapa.br

Grãos verdes e seus efeitos sobre a qualidade da soja e de seus produtos derivados

A coloração verde em produtos de soja é devida a presença de clorofila em grãos colhidos ainda imaturos.

Fator esse que pode diminuir após algumas semanas de armazenamento na presença de aeração. Essa coloração verde é um problema, porque estará visível no óleo extraído e nos produtos protéicos, acarretando considerável aumento de custos nos processos de refino do óleo e produção de produtos protéicos (GRAIN..., 2012).

A presença da coloração verde nos grãos de soja surge, primeiramente, da prática comum de se acelerar o processo de colheita e reduzir perdas por debulha das vagens com a aplicação de dessecantes antes da colheita (FUKUSHIMA & LANFERMARQUEZ, 2000), ou pela atuação do fungo de solo *Macrophomina phaseolina* causador da podridão de carvão da raiz e, conseqüentemente, a morte prematura da planta de soja acarretando, também, a ocorrência de grãos verdes imaturos.

O estágio normal recomendado para a colheita da soja é quando as plantas estão no estágio de maturação R8. Quando colhidas no estágio R6 de maturação, os grãos apresentam diferenças significativas nos conteúdos de óleo, açúcares, umidade e ácido fítico, mas não no conteúdo de proteínas (MOHAMED & PEARSON, 1997).

Na safra 2000/2001 e agora na safra 2011/2012, na Argentina e no Paraguai, foi observada alta porcentagem de grãos verdes e enrugados (20% a 25%), provenientes das regiões em que o estresse hídrico e as altas temperaturas foram frequentes. Entretanto, na safra de 2000/2001 esses grãos verdes apresentaram o mesmo tamanho e densidade que os grãos normais, dificultando, assim, a sua separação física por meio de processamento mecânico por peneiras e densidade (CALIDAD..., 2012).

Depois que as plantas alcançam sua maturação fisiológica, a produção de clorofila nos grãos cessa. A clorofila residual presente nos grãos e na vagem é parcialmente degradada pela luz solar, mas também pelo metabolismo natural da planta.

A morte prematura das plantas de soja, ocasionada por situações de estresses climáticos, a ocorrência de doenças e os danos causados por percevejos bloqueiam a degradação natural da clorofila e os grãos permanecem verdes. O grau de coloração verde dependerá do estágio de desenvolvimento da planta, quando uma dessas situações de estresse causou a morte prematura da planta. Se ocorrer no final da fase de enchimento dos grãos, a coloração verde estará confinada ao tegumento e poderá diminuir durante o período de armazenamento. Entretanto, se ocorrer no início ou no meio da fase de enchimento dos grãos, a coloração verde se distribuirá por todo o grão e não desaparecerá, mesmo com um longo período de armazenamento (WIEBOLD..., 2012).

A taxa de descoloração dos grãos verdes dependerá do estágio de maturação, da temperatura de secagem e do grau inicial de umidade. A clorofila pode ser degradada por secagem com ar em temperatura ambiente (25°C), enquanto a secagem rápida com ar quente (40°C) proporciona a retenção desse pigmento verde. Quando os grãos são secos pelo processo rápido, um alto conteúdo inicial de clorofila e significativo acúmulo de feofitinas são observados (FUKUSHIMA & LANFERMARQUEZ, 2000).

Pouco tem sido estudado sobre os efeitos da morte prematura da planta na qualidade dos grãos de soja. As proteínas se acumulam nos grãos durante sua fase inicial de enchimento e, assim, plantas prematuramente mortas por calor ou por baixa temperatura podem ter porcentagem normal de proteínas. Por outro lado, o teor de óleo poderá ser menor, porque seu acúmulo ocorre na fase final do enchimento dos grãos (WIEBOLD, 2012). Os grãos imaturos de soja contêm de 2% a 3% menos óleo do que grãos maduros (JOHNSON & RICHERT, 2012). O teor de ácidos graxos livres, também, aumenta nos grãos imaturos (WIEBOLD, 2012).

Grãos verdes e amarelos imaturos contêm mais umidade do que os grãos maduros. A maioria dos medidores eletrônicos de umidade considerará os grãos imaturos mais secos do que realmente estão. Recomenda-se, portanto, uma correção para mais de 1,5% no grau de umidade determinado, quando houver mistura de grãos imaturos (verdes) e maduros num lote de grãos de soja. Entretanto, os

Foto: Danilo Estevão



Figura 2. Amostra com grande porcentagem de grãos verdes

medidores de umidade mais modernos já possuem mecanismos para compensar essa diferença de umidade. Essa é uma informação importante para o armazenamento de soja, quando houver esse tipo de grãos na amostra retirada para análise. (GRAIN..., 2012).

Qualidade do óleo

O óleo de soja contém de 1,0 a 1,5 ppm de clorofila, um potente agente oxidante. Os compostos voláteis, produtos da oxidação, formados no “headspace” (espaço entre a superfície do óleo e a tampa do recipiente que o contém) do óleo de soja aumentam com o aumento no teor de clorofila (2, 4, 6 e 8 ppm), na presença de luz. Entretanto, esse aumento no teor de clorofila não tem efeito na formação de compostos voláteis no óleo de soja quando este é armazenado em ausência de luz, como por exemplo, em latas (MIN & BOFF, 2012). Entretanto, atualmente, a grande maioria das indústrias de óleos vegetais, inclusive a soja, armazenam seus produtos em embalagens plásticas transparentes, tipo garrafa PET.

A formação de compostos voláteis nos óleos vegetais (de soja) diminui inversamente com a quantidade de carotenóides (β -carotenos ou provitamina A) e tocoferóis (vitamina E) presentes nos óleos, os quais bloqueiam o processo de oxidação. A rápida formação de compostos voláteis no óleo

de soja na presença de clorofila, luz e oxigênio é devida a oxidação do “oxigênio reativo” (MIN & BOFF, 2012).

Dados da Universidade de Minnesota, nos Estados Unidos, indicam que a cor da superfície dos grãos não se altera significativamente durante o armazenamento. Entretanto, os grãos verdes, quando armazenados, parecem levemente “malhados”, após seis meses de armazenamento (MAIER & PARSONS, 2012).

Durante o armazenamento, o valor do índice de peróxido aumenta tanto na soja madura como na imatura. Entretanto, esse parâmetro é mais elevado nos grãos imaturos. A acidez varia nos grãos maduros, mas aumenta nos grãos imaturos. O valor de urease permanece constante nos grãos verdes e aumenta nos grãos maduros. O conteúdo de óleo permanece constante nos grãos maduros e diminui nos verdes. A composição de ácidos graxos é diferente para grãos verdes e maduros. Os grãos verdes não apresentam os ácidos graxos láurico (C12:0), esteárico (C18:0) e linolênico (C18:3), mas apresentam conteúdos mais elevados de mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0) do que os grãos maduros (EL SHATTORY & ALY, 1999).

Qualidade das proteínas

A estabilidade da emulsão óleo/água dos isolados de proteínas de soja oriundos de grãos maduros é muito maior do que aquela de grãos verdes. Isso é devido a uma maior porcentagem da fração proteica 7S nos grãos maduros, que proporciona uma emulsão mais estável do que a formada pela fração 11S, presente em maior porcentagem nos grãos verdes. Assim, os isolados proteicos de soja produzidos somente a partir de grãos maduros constituem-se num melhor agente emulsificante. Entretanto, o alto conteúdo da fração proteica 11S presente nos grãos verdes proporciona a formação de géis de proteína de soja mais fortes. Os isolados proteicos obtidos de grãos verdes de soja possuem maior poder geleificante e menor capacidade emulsificante (ZHOU & BOATRIGT, 1999).

Concluindo, os grãos verdes apresentam teores menores de inibidores de proteases (inibidor de tripsina e inibidor de quimotripsina), redução na atividade da urease e das lipoxigenases, conteúdo

inferior de fitatos, menor relação das frações proteicas 7S:11S, além de proporcionarem um menor rendimento na produção de isolados proteicos. O óleo bruto obtido a partir desses grãos apresenta coloração verde e alto conteúdo de ácidos graxos livres, que aumenta rapidamente durante o armazenamento (TANTEERATARM et al., 1989; YAO, 1982).

A atividade das proteases sobre as globulinas da fração 7S é consideravelmente mais alta do que sobre as globulinas da fração 11S, em grãos de soja imaturos, colhidos entre os 25-30 dias após o florescimento. Assim, os produtos oriundos da ação das proteases têm como substrato as globulinas da fração 7S. A atividade das proteases diminui acentuadamente durante o desenvolvimento das sementes (ASANO et al., 1978).

Referências

- ASANO, M.; UNO, K.; SHIBASAKI, K.; OKUBO, K. Biosynthesis of 7 S and 11 S proteins, the main components of soybean protein. IV. Effect of protease in immature seeds on major soybean globulins. **Journal of Japanese Society of Food Science and Technology**, v.25, p.8893, 1978.
- CALIDAD industrial, rendimiento y sanidad de la soja en la región central del país - campaña 2000/01. Disponível em: <http://www.redagraria.com/divulgación_técnica/articulos_de_soja.html>. Acesso em: 19 jan. 2012.
- EL SHATTORY, Y.; ALY, S.M. Effect of storage and heating on good mature and green immature soybean and soybean dehulling. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v.50, p.100-104, 1999.
- EXPLANATIONS for soybean problems autumn/winter 2000, v.1, i.3. Disponível em: <<http://www.organics.com/pdf/autumnwinter2000.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2012.
- FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; BORDIGNON, J.R. Effects of water deficits during different phases of soybean crop development. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 6., 1999, Chicago. **Proceedings...** Champaign: Superior Printing, 1999. p.601-602.
- FUKUSHIMA, P.S.; LANFERMARQUEZ, U.M. Chlorophyll derivatives of soybean during maturation and drying conditions. In: INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 3., 2000, Tukuba. **Proceedings ...** Tukuba: Korin, 2000. p.87-88.
- GRAIN quality. Disponível em: <<http://www.ae.iastate.edu/HTMDOCS/drystore.html>>. Acesso em: 19 jan. 2012.
- JOHNSON, T.; RICHERT, B. Feeding discounted "green" soybeans to dairy cattle and swine. Disponível em: <<http://www.ces.purdue.edu/extmedia/CL/CL17.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2012.
- MAIER, D.E.; PARSONS, S.D. Harvesting drying and storing frost-damaged corn and soybeans. Disponível em: <<http://www.agcom.purdue.edu/AgCom/Pubs/GQ/GQ27.html>>. Acesso em: 19 jan. 2012.
- MIN, D.B.; BOFF, J.M. Chemistry and reaction of singlet oxygen in foods. Disponível em: <<http://www.ift.org/publications/crfsfs.pdf>>. Acesso em 19 jan. 2012.
- MOHAMED, A.I.; PEARSON, N. Location by genotype interaction effects on chemical composition of immature large seeded vegetable type soybeans. **Soybean Genetics Newsletter**, Ames, v.24, p.211213, 1997.
- PENDLETON, J.W.; HARTWIG, E.E. Management. In: CALDWELL, B.E. (Ed). **Soybean: improvements, production and uses**. Madison: American Soybean Association, 1973. p.211-237.
- PROBLEMAS climáticos reduzem a safra 2002 de soja no Brasil. **Safras & Mercado**, Porto Alegre, v.26, n.1190, mar. 2002.
- TANTEERATARM, K.; WEI, L.S.; STEINBERG, M.P. Effect of soybean maturity on storage stability and process quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, p.593-597, 1989..
- WIEBOLD, B. Soybean plants killed before maturity possess grain that remains green. Disponível em: <<http://www.psu.missouri.edu/soyx/green.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2012.

WORLD agricultural weather highlights. April 10, 2002. Disponível em: <<http://www.usda.gov/oce/waob/jawf/wawh/0204wawh.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2002.

YAO, J.J. Effect of soybean maturity on characteristics of protein and other constituents. **Dissertation -Abstracts - International**, Ann Arbor, v.43, p.3, p.671, 1982.

ZHOU, A.; BOATRRIGHT, W.L. Formation of de 2-pentyl pyridine during processing of soybean protein isolates as affected by pH. **Journal of Food Science**, Chicago, v.64, p.852-854, 1999.

Circular Técnica, 90

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Soja
Endereço: Rod. Carlos João Strass, s/n, acesso Orlando Amaral, Warta. C.P. 231, CEP 86001-970, Londrina, PR.
Fone:(43) 3371 6000 **Fax:** (43) 3371 6100
E-mail: sac@cnpso.embrapa.br

1ª edição
Versão *On line* (2012)



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de publicações

Presidente: *José Renato Bouças Farias.*
Secretário-Executivo: *Regina Maria Villas Bôas de Campos Leite.*
Membros: *Adeney de Freitas Bueno, Adilson de Oliveira Junior, Clara Beatriz Hoffmann Campo, Claudine Dinali Santos Seixas, Claudio Guilherme Portela de Carvalho, Marcelo Alvares de Oliveira, Maria Cristina Neves de Oliveira e Norman Neumaier.*

Expediente

Supervisão Editorial: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*
Normalização Bibliográfica: *Ademir Benedito Alves de Lima.*
Editoração eletrônica: *Vanessa Fuzinatto Dall'Agnol*