

Efeito do processamento industrial e doméstico de alimentos nos níveis de resíduos de agrotóxicos

Effect of industrial and household food processing on pesticide residues levels

Liziara da Costa Cabrera^I

Lucas L. Mello^{II}

Eliana Badiale-Furlong^{II}

Ednei G. Primel^{III}

Osmar D. Prestes^{III}

Renato Zanella^{III,*}

RESUMO

Resíduos de agrotóxicos em alimentos representam um grande risco para a saúde pública, devido aos efeitos nocivos que podem causar. Devido à utilização de agrotóxicos na produção de alimentos, bem como por meio de contaminação ambiental, os resíduos podem ser encontrados em alimentos frescos, cozidos e processados. A maioria dos alimentos é consumida após o processamento industrial ou doméstico, como a lavagem, remoção da casca, tratamentos térmicos ou esterilização. Vários estudos têm mostrado que estes processos podem, em alguns casos, reduzir os níveis de resíduos. A eficiência de remoção de resíduos depende do processamento envolvido e das propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, tais como estabilidade e interação com o alimento. Esta revisão tem como objetivo destacar os resultados de estudos dos efeitos de diversos processos sobre os níveis de resíduos de agrotóxicos em diferentes alimentos, especialmente a eficiência de remoção dos compostos. Esta informação é útil para avaliar a possibilidade de minimizar o risco de exposição do consumidor aos resíduos de agrotóxicos nos alimentos, tornando-se uma importante ferramenta para a segurança alimentar.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentos Processados; Resíduos de Agrotóxicos; Segurança Alimentar

ABSTRACT

Pesticide residues in food pose a great risk to public health due to the harmful effects they can cause. Due to the use of pesticides in food production, as well as through environmental contamination, residues can be found in fresh, cooked and processed foodstuffs. Most food is consumed after industrial or household processing, such as washing, peeling, thermal treatments and sterilization. Several studies have shown that these procedures may, in some cases, reduce residue levels. The efficiency of residues removal depends on the processing involved and the physicochemical properties of pesticides, such as stability and interaction with food. This review aims to highlight the results of studies on the effects of various processes on the levels of pesticide residues in different food, especially the removal efficiency of the compounds. This information is useful to assess the possibility of minimizing the risk of consumer exposure to pesticide residues in foods, becoming an important tool for food safety.

KEYWORDS: Processed Food; Pesticide Residues; Food Safety

^I Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Realeza, PR, Brasil

^{II} Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande (EQA/FURG), Rio Grande, RS, Brasil

^{III} Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Maria (DQ/UFSM), Santa Maria, RS, Brasil

* E-mail: rzanella@base.ufsm.br



INTRODUÇÃO

A obtenção de alimentos saudáveis e de boa qualidade é uma exigência crescente atual, sendo necessárias técnicas efetivas que garantam a eficiência dos processos envolvidos. Uma das preocupações para se garantir a qualidade do alimento que chega até o consumidor está relacionada com resíduos de agrotóxicos em alimentos, os quais podem ser encontrados em produtos frescos, crus ou processados¹. Por isso, torna-se importante o uso de técnicas para a redução da concentração tanto em níveis industriais como domésticos dos resíduos de agrotóxicos.

Os agrotóxicos são compostos químicos especialmente empregados pelo homem para destruir, repelir ou mitigar pragas. Podem ser classificados de acordo com o organismo vivo envolvido no seu emprego com a sua estrutura química^{2,3}. O uso de agrotóxicos tem se tornado essencial para a obtenção de maiores rendimentos na produção de alimentos em sistemas de monocultura extensiva, atuando a fim de minimizar perdas na produção, bem como no armazenamento das colheitas. O uso indevido desses produtos, desrespeitando as boas práticas agrícolas, propicia o acúmulo de resíduos no produto final acima do máximo estabelecido pelas agências e normas reguladoras nacionais e internacionais.

As técnicas de processamento de alimentos consistem em um conjunto de processos de transformação da matéria-prima em alimento⁴. Assim, os estudos mostram que os resíduos de agrotóxicos, em geral, são reduzidos quando estas técnicas são empregadas, sendo as principais exceções onde os resíduos mais polares estão concentrados na parte aquosa, como em sucos de frutas. Por outro lado, os compostos lipossolúveis são concentrados na separação dos componentes lipídicos dos alimentos como na extração de óleos vegetais^{4,5}. A eficiência destes processamentos é influenciada pela localização física do resíduo, bem como as propriedades físico-químicas destes compostos^{1,6}.

As propriedades físico-químicas dos agrotóxicos que afetam seu comportamento são: solubilidade em água (Sw), pressão de vapor (PV), coeficiente de partição octanol-água (Kow), constante de ionização ácido (pKa) ou base (pKb) e constante da Lei de Henry (KH). Quanto maior a solubilidade em água, maior a tendência de transporte do agrotóxico no ambiente². A pressão de vapor é responsável pelo processo de volatilização dos agrotóxicos, sendo assim os mais voláteis são facilmente removidos em diferentes processos. A constante da Lei de Henry é importante para determinar a volatilização de agrotóxicos quando dissolvidos em água. Com o coeficiente de partição octanol-água, é possível determinar se uma molécula possui caráter hidrofóbico ou hidrofílico. Agrotóxicos com alto valor de Kow têm uma maior afinidade por estruturas lipídicas, enquanto os hidrofílicos são mais solúveis em água e, de forma geral, apresentam baixo potencial de sorção.

Os processos envolvidos na transformação dos alimentos podem ser: lavagem, descascamento, preparo de purês, moagem, sucos, conservas, processos térmicos como cozimento, branqueamento, fritar, assar, ferver, refogar. Além desses, é importante

destacar processos como produção de bebidas, produção de queijos, panificação etc. Estas técnicas, em geral, são utilizadas com o objetivo de agregar maior valor comercial, melhorar a conservação dos alimentos e garantir a qualidade do produto que chega até o consumidor. Sendo assim, o objetivo deste trabalho de revisão é destacar as principais técnicas de processamento de alimentos e os efeitos sobre os níveis de resíduos de agrotóxicos em alimentos.

Efeito de diferentes processos utilizados no preparo de alimentos sobre a redução dos resíduos

Lavagem e/ou descascamento

A lavagem de alimentos geralmente é o primeiro passo em diferentes processos, antes do descascamento, cozimento e secagem, sendo um dos processos mais comuns utilizados tanto no âmbito doméstico, como na indústria. Estudos demonstram que a lavagem e/ou descascamento permitem a redução dos níveis de resíduos de alguns agrotóxicos em diferentes matrizes como é evidenciado na Tabela 1. Entretanto, cabe destacar que não há estudos para a maioria dos compostos usados atualmente.

Segundo Bonnechère e colaboradores⁷, a lavagem do espinafre resultou na redução de 11% para cloridrato de propamocarbe (sistêmico, solubilidade em água: 500 g/L), enquanto para iprodiona (de contato, solubilidade em água: 0,012 g/L), a redução foi de cerca de 50%, mostrando que, embora com alta solubilidade, o resíduo de um agrotóxico sistêmico é pouco removido enquanto que mesmo com baixa solubilidade o de contato apresenta valores altos de redução da concentração.

A lavagem pode ser feita com água da torneira ou com diferentes soluções composta por sais como cloreto de sódio ou carbonato de sódio, vinagre, detergente, hipoclorito entre outros. Marshall e colaboradores⁸ observaram que, com a lavagem em água, ocorreu a redução de 45% dos resíduos do agrotóxico ditiocarbamato maneb e 30% do seu metabólito etilenotiúria. Com uma solução de hipoclorito a remoção dos compostos foi total. O hipoclorito além de ser um forte oxidante, quando dissolvido em água torna a solução alcalina. Em geral, as formulações comerciais têm o pH acima de 12, justificando a degradação total, uma vez que essa classe de compostos é instável em pH alcalino⁹.

Guardia-Rubio e colaboradores¹⁰ avaliaram que a remoção dos agrotóxicos durante a lavagem depende também do tempo que o agrotóxico foi aplicado. Os resultados mostraram que a remoção de resíduos dos agrotóxicos diuron, terbutilazina, simazina, α -endossulfam e β -endossulfam em azeitonas durante a lavagem um dia após a aplicação foi maior do que nas azeitonas lavadas uma semana após a aplicação.

Fukuhara e colaboradores¹⁴ determinaram a remoção total da permetrina do grão de arroz durante a lavagem com água e detergente comum e a remoção de 52 a 80% em outras matrizes como tomate e alface. A permetrina é um piretróide de contato,



Tabela 1. Trabalhos que apresentaram redução da concentração de alguns agrotóxicos em diversas matrizes por lavagem e descascamento.

Agrotóxico	Matriz	Redução pela lavagem	Redução por descascamento	Referência
Clorpirifós	Arroz	60%	*	11
Ditane	Beringela ^a	70%	*	12
Dimetoato, fenvalerato, fentiona e cipermetrina	Manga ^b	20-68%	Total	13
Permetrina	Alface, tomate, arroz ^c	52%-total	*	14
Malationa, clorpirifós e captana	Soja	80-90%	*	15
Iprodiona	Pêssego	50%	91-98%	16
Fosalona	Maçã	30-50%	*	17
Lindano e DDT	Batata ^d	> 65% com ácido acético	70-75%	18
Diclorovos e diazinona	Pepino	77%	67%	19
Captana e procimidona	Tomate	70-89%	77%	20
Clorpirifós, DDT, cipermetrina, diedrin clorotalonil e lindano	Repolho ^e	17-80%	*	21
Clorpirifós, DDT, cipermetrina, diedrin, clorotalonil e lindano	Tomate ^e	42-97%	80-90% ^h	22
Clorpirifós	Frutas, legumes e verduras ^f	15-30%	75-85%	23
Difenoconazol	Tomate ^g	16%	99%	24
Boscalida, mancozebe, iprodiona, deltametrina e propamocarbe	Espinafre	10-50%	*	8
Piridabem, pirifenox e tralometrim	Tomates	30-90%	70-100%	25
Metamidofós e acefato	Arroz ^h	10-45%	*	26
Clorpirifós	Tomate ⁱ	89-91%	62-64%	27
Quinalfos	Repolho	28-32% ^j , 55-57% ^k , 71-75% ^c	*	28
Clorpirifós, malationa, fenarimol, iprodiona, parationa metilica e pirimicarbe	Nectarina ^d	10-79%	*	29
Diazinon, parationa, parationa metilica e cipermetrina	Vegetais ⁱ	60-99%	*	30
Acrinatrina, piridabem, fipronil e cresoxim metilico	Vagem	32-59%	*	31

^aEstoque por 15 dias antes da lavagem, ^bMergulhada em água por 10 min, ^cLavagem com água e com detergentes, ^dDiferentes lavagens, água, água e ácido acético e cloreto de sódio, ^eLavagem por 30 s, ^fLavagem por 5 min, ^gLavado em água corrente por 10 min, ^hLavagem com água por 5, 15 e 30 min com solução de cloreto de sódio e carbonato de sódio, ⁱLavagem seguida de breve fervura, ^jÁgua corrente por 2 min, ^kÁgua e sal, ^lÁgua ozonizada, *não determinado.

semi-volátil (log PV mmHg = -7), lipossolúvel (log Kow = 6), baixa solubilidade em água (0,006 mg/L) e com estabilidade térmica. Assim, provavelmente a utilização de detergente facilitou a remoção do agrotóxico. Aktar *et al.* (2010) constataram que a remoção de quinalfos é significativamente mais elevada na lavagem de repolho com soluções contendo 1% de detergente comum, especialmente a quente. Em contrapartida, Kong e colaboradores²⁴ observaram que a lavagem de tomates com água por 5 minutos removeu apenas 16% do difenoconazol, o qual tem solubilidade em água bem maior que a permetrina (15 mg/L). A baixa redução durante a lavagem pode ser explicada pelo fato desse composto ser sistêmico e também com Kow elevado (log Kow = 6). Uma outra forma de lavagem muito eficiente foi demonstrada por Wu e colaboradores³⁰, usando água ozonizada com remoções, maiores que 60% de resíduos em vegetais. Assim, pode-se concluir que o processo de lavagem pode reduzir os níveis de resíduos, principalmente dos agrotóxicos não sistêmicos, independente da solubilidade, e que alguns fatores contribuem para a eficiência do processo de lavagem, como o emprego de soluções ácidas ou alcalinas, submersão das amostras, tempo de exposição em água etc. Vários exemplos de tratamentos são citados na Tabela 1.

Descascamento

O descascamento é o processo que consiste na remoção da casca (parte externa do fruto, membrana fibrosa), sendo aplicado na maioria das frutas e vegetais. Em alimentos tais como pêssego, batata e manga, resíduos dos agrotóxicos tetraclorvinfós, fenitrotiona, fentiona, dimetoato, cipermetrina e fenvalerato contidos na casca são, na maioria das vezes, eliminados com grande eficiência pelo descascamento⁴. O processo de lavagem é utilizado para reduzir os agrotóxicos que estão ligados à superfície, enquanto o descascamento reduz mesmo aqueles que penetraram nas cutículas das frutas e legumes²². Na Tabela 1 estão apresentados alguns estudos sobre o efeito do descascamento na redução dos níveis de resíduos de frutas e vegetais, sendo a maioria deles combinado com o efeito da lavagem. Estes estudos comprovam que o descascamento é um processo eficaz na redução da concentração de resíduos dos agrotóxicos estudados em cada alimento. Cabe ressaltar que o descascamento nem sempre é viável e é importante considerar que há uma forte tendência atual de utilização das cascas que apresentam grande valor culinário e nutricional para a alimentação humana. Segundo Kong e colaboradores²⁴, o descascamento do tomate após lavagem



removeu 99% do difenoconazol, tornando-se um procedimento muito eficiente para a eliminação deste agrotóxico.

Processamento de cereais

A maioria dos resíduos está presente nas porções exteriores do grão e, conseqüentemente, os níveis em farelo, o qual é produzido com a parte mais externa do grão, são mais elevados do que no grão inteiro. Mesmo para os agrotóxicos que podem se distribuir no grão por translocação, os resíduos são mais elevados no farelo do que na farinha. No caso do trigo, os seguintes percentuais médios de redução da concentração dos agrotóxicos quando comparado com a farinha branca observados foram: bioresmetrina, 64%; deltametrina, 91%, fenitrotiona, 78%; glifosato, 55%; metoprene, 77%; permetrina, 65%; fenotrina, 68%; triadiméfon, 40% e triadimenol, 67%⁵.

Para a produção da farinha de trigo é utilizada a parte mais interna, que seria o endosperma do grão. Portanto, agrotóxicos mais lipossolúveis podem ser parcialmente eliminados durante a produção da farinha. Segundo de Baptista e colaboradores³², ocorreu um acréscimo de 2,5 vezes mais pirimifós metílico no farelo de trigo em relação ao grão integral, mas houve a redução do agrotóxico na farinha produzida. O mesmo comportamento foi observado por Bengston e colaboradores³³, onde os agrotóxicos deltametrina, fenvalerato, permetrina e fenotrina ficaram acumulados no farelo. Marei e colaboradores³⁴ observaram redução de 42% de deltametrina na produção da farinha, enquanto Uygun e colaboradores³⁵ observaram uma redução de 95% para o malationa. Kolberg e colaboradores³⁶ determinaram vários agrotóxicos em amostras de diferentes partes do grão de trigo e constataram que a maior concentração dos resíduos encontrava-se no farelo e a menor na farinha do grão polido.

Secagem

Secagem é uma técnica antiga de conservação de alimentos que consiste em remover a água e outros líquidos do alimento na forma de vapor. Existem duas maneiras principais de eliminar água por evaporação: a natural, que ocorre pelo sol e pelo vento, e a artificial, que necessita de outras fontes de energia. A técnica de secagem vem sendo estudada e aperfeiçoada para a obtenção de produtos com maior qualidade em um menor tempo de processamento.

Em se tratando de resíduos de agrotóxicos, a secagem pode reduzir consideravelmente os níveis principalmente de compostos mais voláteis, como descrito a seguir. Testes em damasco, comparando a fruta fresca e a seca, evidenciaram a redução de resíduos de agrotóxicos pela secagem. A secagem com a luz solar proporcionou um declínio de cerca de 50% no bitertanol. No entanto, a secagem em forno só reduziu 26%. Este fato poderia ser atribuído à fotodegradação³⁷. Em outros estudos foi possível provar a evaporação dos resíduos. A secagem de uvas levou a perdas de 64 a 72% de metamidofós e de 72 a 81% de dimetoato, devido à evaporação durante o processo³⁸. Os estudos comprovam que a técnica é bastante eficaz, não somente na preservação, mas também pode ser eficaz na redução dos resíduos de agrotóxicos.

Processamento de leite e seus derivados

O leite é um dos alimentos mais comuns na dieta diária na maioria dos países, sendo consumido por pessoas de todas as faixas etárias, mas principalmente por crianças, o que aumenta a preocupação em relação aos níveis de resíduos de agrotóxicos³⁹. O leite pode conter resíduos de agrotóxicos de diversas fontes. A maioria dos agrotóxicos organoclorados é decorrente da alimentação animal e do solo contaminado⁴⁰. Assim, é de grande importância avaliar a eficiência da redução dos níveis de resíduos durante as etapas de processamento dos produtos lácteos, bem como nos tratamentos térmicos a que o leite é submetido⁴¹.

Pesquisas recentes comprovaram a presença de vários agrotóxicos organoclorados, como lindano, DDT, DDE e aldrin, em amostras de leite *in natura* e pasteurizado, indicando que a pasteurização não é eficiente na redução destes resíduos³⁹. Nath e colaboradores⁴² constataram uma redução de 10 a 20% de DDT e endossufam, durante os processos térmicos de pasteurização, fervura e esterilização. Entretanto, na manteiga a concentração de lindano e DDT aumentou cerca de 20 vezes em relação ao leite. Este comportamento é explicado pelo fato de que na produção da manteiga ocorre a extração da gordura do leite que apresenta característica apolar, favorecendo a concentração dos agrotóxicos organoclorados nesta fração durante o processo de produção da manteiga por também apresentarem características apolares⁴³. Assim, o processamento do leite reduz apenas parcialmente os níveis de resíduos de agrotóxicos persistentes. No caso da manteiga, os resíduos mais polares são concentrados na parte aquosa e os compostos mais apolares na manteiga.

Zhao e colaboradores⁴⁴ mostram que, no processo de fabricação de iogurte, a ação de *Lactobacillus ssp.*, em conjunto com tratamento térmico, acelera a degradação de agrotóxicos organofosforados presentes no leite. Neste trabalho, a cultura com *Lactobacillus* variou entre 8 e vinte e quatro horas e foram obtidas reduções médias de 20 a 70% de vários compostos como malationa, dimetoato, fenitrotiona entre outros.

Tratamentos térmicos

As operações de tratamento térmico visando o cozimento são as mais amplamente utilizadas para preparo de alimentos industrializados ou durante o preparo doméstico. O fornecimento de calor é, em geral, o parâmetro de mais difícil controle e, graças a esta variabilidade, é provável que ocorram reações de hidrólise, volatilização e degradação térmica de nutrientes e de resíduos de agrotóxicos^{22,45,46}.

As condições utilizadas durante o cozimento, por exemplo, tempo de preparo, temperatura, grau de perda de umidade e sistema aberto ou fechado, são muito variadas. Estes detalhes são importantes para os efeitos quantitativos sobre os níveis de resíduos⁵. Além disto, a redução dos agrotóxicos pelo cozimento depende das características físico-químicas dos agrotóxicos²². A Tabela 2 apresenta a redução de agrotóxicos pelo cozimento para diferentes matrizes e condições.



Tabela 2. Trabalhos que avaliaram o efeito do cozimento na diminuição da concentração de alguns agrotóxicos em diversas matrizes.

Processo	Agrotóxicos	Matriz	Redução	Referência
Cozimento	Diclorovos, clorpirifós, malationa e fenitrotona	Arroz	100%	47
Cozimento em água sem e com sal	Malationa e produtos de degradação	Milho Feijão	57-70% 64-75%	48
Assar, ferver e enlatar	Clorpirifós	Maça Cereja Batata Brócolis Vagem Repolho Pêssego Abóbora Pimentão	34-44% 41% 74% 6,5% 37-71% 17% 48% 88% 14-19%	49
Branqueamento e fritura	Profenofós	Berinjela	Total	50
Cozimento água e sal	Clorpirifós metílico	Espinafre, couve-flor, quiabo	38% 29% 25%	23
Cozimento em micro-ondas	Boscalida, mancozebe, deltametrina, iprodione, propanocarbe	Espinafre	Mancozebe 70% Iprodione 85% Outros agrotóxicos não foram removidos	7
Cozimento	Iprobenfós, fenobucarb, propiconazole	Arroz	39-100%	51
Cozimento em água	Acrinatrina, fipronil, cresoxim metílico e piridabem	Vagem	50-70%	31

Armazenamento

O armazenamento ou estocagem pode ser definido como o conjunto de atividades e requisitos para que se obtenha uma correta conservação de matéria-prima, insumos e produtos acabados⁵². Em geral, ocorre uma combinação de procedimentos que podem aumentar a redução de agrotóxicos ou até mesmo retardar essa redução. A Tabela 3 apresenta resultados do efeito da estocagem nos níveis de resíduos de agrotóxico em alimentos.

Parboilização

Segundo a Embrapa, são muitas as vantagens do arroz parboilizado em relação ao arroz branco. Enquanto o arroz branco perde a maioria dos seus nutrientes, principalmente vitaminas e minerais, durante o processamento industrial, o processo de parboilização mantém os nutrientes nos grãos. O arroz parboilizado contém duas vezes mais cálcio e fósforo, três vezes mais potássio e quatro vezes mais magnésio que o branco. O processo de parboilização baseia-se no tratamento hidrotérmico do arroz em casca, pela ação da água e do calor, sem qualquer agente químico^{55,56}.

Cogburn e colaboradores⁵⁷ comprovaram a redução de 99% dos níveis de malationa (volátil) e clorpirifós metílico (semi-volátil)

durante o processo de parboilização. De acordo com Dors e colaboradores³, ocorreu redução dos resíduos de tebuconazol, clomazona, bispiribaque-sódico e carbofuram no processo de parboilização. Os autores também indicam que há remoção de resíduos durante todo processamento do arroz. No processo de parboilização, carbofuram e bispiribaque-sódico migraram para o endosperma amiláceo, no entanto para clomazona e tebuconazol não foi observado o mesmo comportamento. A fração farelo, tanto obtido do beneficiamento do arroz branco quanto do parboilizado, apresentou maior concentração de resíduo dos agrotóxicos estudados, quando comparado ao arroz beneficiado, branco ou parboilizado, sendo 8,0; 2,25; 2,2 e 1,6 vezes mais alta, em média, para tebuconazol, clomazona, carbofurano e bispiribaque-sódico, respectivamente.

Panificação

No processo de panificação ocorre a transformação da matéria prima (farinha), quando submetida à fermentação biológica e transformação física (fermento). O pão produzido é um importante componente na dieta diária da maioria dos países.

O processo frente à eliminação de resíduos pode ocorrer nas duas etapas principais da panificação, que são a fermentação

Tabela 3. Efeito da estocagem nos níveis de resíduos de agrotóxico em alimentos.

Tempo e condições	Agrotóxicos	Matriz	Redução	Referência
6 dias sob congelamento	Dimetoato, lindano, DDT, profenós e pirimifós metílico	Tomates	5-26%	22
12 meses a temperatura ambiente	Malationa e produtos de degradação	Milho e feijão	64% no milho e 47% no feijão	48
6 meses a temperatura ambiente	Malationa	Cevada	70%	19
2 e 5 meses a frio	24 agrotóxicos	Maça	Parcial em 2 meses Total em 5 meses	53
De 15 a 80 dia sob congelamento	Esfenvarelato, clorpirifós, azinfos metílico, metomil	Maça	67-100%	54



biológica e o cozimento. Na fermentação, ocorre a ação dos microrganismos, os quais podem degradar alguns resíduos, e também pelo cozimento final onde as altas temperaturas podem também eliminar, devido a algum fator físico-químico que varia de acordo com a natureza dos agrotóxicos⁵⁸.

É um processo bioquímico no qual o microrganismo retira do meio em que vive os nutrientes necessários e suas próprias enzimas possuem ação catalítica que podem gerar substâncias como alcoóis, ácidos etc⁵⁹. As fermentações são controladas pelo manipulador mediante a escolha de diferentes condições tais como pH, temperatura e substrato⁶⁰.

Sharma e colaboradores⁶⁰ analisaram a estabilidade dos agrotóxicos endossulfam (inseticida organoclorado), hexaconazole e propiconazole (fungicidas azoles), malationa e clorpirifós (inseticidas organofosforados) e deltametrina (inseticida piretróide) durante a produção de pão. Neste estudo, o pão foi preparado com a farinha fortificada com os agrotóxicos individualmente nos níveis de 1, 2, 3 e 4 mg/kg. No processo ocorreu a perda de 47 a 89% dos agrotóxicos avaliados, indicando que a fermentação microbiológica aliada ao processo de cozimento, garante índices elevados de remoção de resíduos de agrotóxicos presentes na farinha.

Produção de vinho

O vinho é uma bebida alcoólica que tem aumentado seu consumo, sendo uma bebida popular que apresenta valor social e econômico. O conhecimento de sua composição química é um fator extremamente importante para se ter conhecimento da origem e das características do vinho, que podem variar devido a vários fatores naturais como tipo de solo, tipo de uva entre outros. Na composição do vinho também atuam fatores antropogênicos, com destaque para os agrotóxicos e fertilizantes^{61,62}.

A vinificação é um conjunto de operações realizadas para transformar a uva em vinho. Existem vários processos de vinificação que dependem do tipo de vinho e das instalações utilizadas, mas, de modo geral, as etapas compreendem: esmagamento e desengaçamento, sulfitação, separação e correção do mosto, fermentação, clarificação e filtração⁶³.

A eliminação de possíveis resíduos de agrotóxicos durante o processo de vinificação é abordado em diversos trabalhos^{64,65,66,67,68}. Miller e colaboradores⁶⁴ relataram redução de 50 a 80% de metiocarbe em vinho branco. Cabras e colaboradores⁶⁷ descreveram percentuais de redução de 80%, 70%, 50% e sem redução para ciprodinil, fludioxonil, tebuconazol e pirimetanil, respectivamente, na produção de vinho tinto. A concentração de tebuconazol também foi determinada por González-Rodríguez e colaboradores⁶⁹ durante várias etapas do processamento do vinho tinto, ocorrendo a redução de 87% no produto final. Os autores atribuem a remoção do tebuconazol às etapas de clarificação e filtração. Para clarificação do vinho são adicionados floculantes e o material floculado é removido por filtração. Durante a fermentação não foi observada redução do tebuconazol, e sim nos processos que envolvem separação do material sólido.

O tebuconazol tende a ficar adsorvido à matéria orgânica e é removido na filtração do vinho. O mesmo comportamento é observado em estudos com outros agrotóxicos de características semelhantes, ocorrendo remoção principalmente na etapa de clarificação para os fungicidas famoxadona, fluquinconazole e trifloxistrobina⁷⁰, bem como para os fungicidas ciprodinil, fludioxonil, pirimetanil e quinoxifen⁷¹.

Walorczyk e colaboradores⁷² analisaram 30 amostras de vinho e em 15 delas obtiveram valores maiores que os limites máximos permitidos de resíduos de azoxistrobina, tebuconazol e triadimenol em uma amostra cada, metalaxil em 5 amostras, iprovalicarbe em 7 amostras, além de traços de boscalida e pirimetanil em 2 amostras.

Maltagem

O malte é um produto rico em açúcar, obtido com a germinação parcial dos grãos de cereais. A princípio, qualquer cereal pode ser maltado, tendo-se malte de milho, trigo, centeio, aveia e cevada, entretanto, leva-se em consideração, entre outros fatores, o poder diastásico, que é a capacidade de hidrolisar o amido, e o valor econômico de cada cereal⁷³.

O processo de maltagem consiste na germinação controlada de grãos e secagem. Para avaliar o potencial de maltagem devem ser analisadas algumas características do grão, tais como: o poder germinativo que considera o número de sementes que germinam, num total de cem, em condições favoráveis em um determinado período de tempo, em geral de 5 a 10 dias e o poder de germinação que é a porcentagem de grãos que germinam em setenta e duas horas⁷³.

Segundo Navarro e colaboradores, ocorreu redução de 25% dos resíduos durante a germinação e 23% durante a secagem, já no processo final após a maltagem, os resíduos foram reduzidos em média de 50% para pendimetalina, trifluralina e nuarimol. Os resíduos de fenitrotiona, malationa, propiconazol obtiveram maiores reduções, de 68 a 88%.⁷⁴ Em trabalho posterior, os autores determinaram a redução de 60 a 70% dos fungicidas ciproconazol, diniconazol, epoxiconazol, flutriafol e tebuconazol, após o final do processo de maltagem⁷⁵.

CONCLUSÕES

Os agrotóxicos são empregados em larga escala para aumentar a produção de alimentos, tornando de grande importância a observância das boas práticas agrícolas e o conhecimento do comportamento destes resíduos nos alimentos para minimizar os riscos de intoxicação. O conhecimento dos impactos sobre a saúde e o meio-ambiente também são importantes para quem produz ou consome os alimentos. Assim, medidas alternativas de produção devem ser buscadas para minimizar os impactos sobre a saúde humana.

Os processamentos a que os alimentos são submetidos antes de serem consumidos podem reduzir ou até mesmo eliminar os resíduos de agrotóxicos contidos nesses, entretanto a eficiência



de remoção depende das propriedades físico-químicas dos compostos e das características de cada alimento. Portanto, não é possível fazer extrapolações, devendo-se considerar cada caso de agrotóxico avaliado em determinada matriz. Importante destacar que alguns processamentos podem concentrar os agrotóxicos no produto final.

Os resultados dos estudos apresentados na literatura enfatizam a importância do monitoramento dos resíduos de agrotóxicos não somente nos alimentos *in natura*, mas também durante e após o processamento. A realização de programas de monitoramento de resíduos de agrotóxicos permite a geração de informação sobre a quantidade de agrotóxico empregada no cultivo dos alimentos e detectar se produtos não autorizados estão sendo utilizados. Apesar do número considerável de estudos que avaliaram a eficiência de remoção de resíduos de agrotóxicos em alimentos empregando distintos processamentos, a abrangência dos mesmos,

em termos de número de compostos e de matrizes estudadas, é pequena. Os resultados apresentados permitem concluir que a remoção dos agrotóxicos, para a maioria dos casos, é parcial. Outra questão relevante é que alguns dos métodos de redução de resíduos podem diminuir as propriedades nutricionais, alterando a aparência e o sabor dos alimentos.

A melhor alternativa, do ponto de vista da saúde e da nutrição, sem dúvida é a produção de alimentos sem a utilização de agrotóxicos. Além disso, o preparo de alimentos é uma questão regional e cultural, podendo ser impactada pelas condições de preparo disponíveis a diferentes camadas sociais. Deve-se considerar as propriedades tóxicas dos diferentes agrotóxicos, a quantidade de resíduos ou cada resíduo que esteja presente no alimento. Em alguns casos a remoção parcial de resíduos pode se dar de forma que as quantidades restantes ainda apresentem riscos à saúde.

REFERÊNCIAS

1. Keikothhaile BM, Spanoghe P, Steurbaut W. Effects of food processing on pesticide residues in fruits and vegetables: a meta-analysis approach. *Food Chem Toxicol.* 2010;48(1):1-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2009.10.031>
2. Silva CMMS, Fay EF, editores. *Agrotóxicos e ambiente.* Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2004.
3. Dors GC, Primel EG, Fagundes CAA, Mariot CHP, Badiale-Furlong E. Distribution of Pesticide Residues in Rice Grain and its Coproducts. *J Braz Chem Soc.* 2011;22(10):1921-30. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-50532011001000013>
4. Kaushik G, Satya S, Naik SN. Food processing a tool to pesticide residue dissipation: a review. *Food Res Int.* 2009;42(1):26-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2008.09.009>
5. Holland PT, Hamilton D, Ohlin B, Skidmore MW. Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products. *Pure Appl Chem.* 1994;66(2):335. <http://dx.doi.org/10.1351/pac199466020335>
6. Bajwa U, Sandhu K, Kulwant S. Effect of handling and processing on pesticide residues in food: a review. *J Food Sci Technol.* 2014;51(2):201-20. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-011-0499-5>
7. Bonnechère A, Hanot V, Jolie R, Hendrickx M, Bragard C, Bedoret T et al. Effect of household and industrial processing on levels of five pesticide residues and two degradation products in spinach. *Food Contr.* 2012;25(1):397-406. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.11.010>
8. Marshall WD. Preprocessing oxidative washes with alkaline hypochlorite to remove ethylenebis (dithiocarbamate) fungicide residues from tomatoes and green beans. *J Agric Food Chem.* 1982;30(4):649-52. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00112a007>
9. TOMLIN CDS. *The e-pesticide manual.* 12a ed. Hoboken: John Wiley & Sons; 2003.
10. Guardia-Rubio M, Ayora-Canada MJ, Ruiz-Medina. Effect of washing on pesticide residues in olives A. *J Food Sci.* 2007;72(2):139. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2006.00252.x>
11. Lee SR, Mourer CR, Shibamoto T. Analysis before and after cooking processes of a trace chlorpyrifos spiked in polished rice. *J Agric Food Chem.* 1991;39(5):906-8. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00005a020>
12. Kumar U, Agarwal HC. Degradation of Dithane M -45 residues in brinjals during cooking. *Bull Environ Contam Toxicol.* 1991;47(5):725-31. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01701141>
13. Awasthi MD. Decontamination of insecticide residues on mango by washing and peeling. *J Food Sci Technol.* 1993;30(2):132.
14. Fukuhara K, Katsumura R, Takasaka N, Uchiyama S, Shimamura S. Permethrin residues in foods and tableware after fumigation. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi.* 1994;35(5):504-9. <http://dx.doi.org/10.3358/shokueishi.35.504>
15. Miyahara M, Saito Y. Effects of the processing steps in tofu production on pesticide residues. *J Agric Food Chem.* 1994;42(2):369-73. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00038a026>
16. Lentza-Rizos C, Avramides EJ, Kokkinaki K. Residues of azoxystrobin from grapes to raisins. *J Agric Food Chem.* 2006;54(1):138-41. <http://dx.doi.org/10.1021/jf051821w>
17. Mergnat T, Fritsch P, Saint-Joly C, Truchot E, Saint-Blanquat G. Reduction in phosalone residue levels during industrial dehydration of apples. *Food Addit Contam.* 1995;12(6):759-67. <http://dx.doi.org/10.1080/02652039509374368>
18. Soliman KM. Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and home preparation. *Food Chem Toxicol.* 2001;39(8):887-91. [http://dx.doi.org/10.1016/S0278-6915\(00\)00177-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0278-6915(00)00177-0)
19. Cengiz M, Certel M, Gocmen H. Residue contents of DDVP(Dichlorvos) and diazinon applied on cucumbers grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest culinary applications. *Food Chem.* 2006;98(1):127-35. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.064>



20. Cengiz MF, Certel M, Karakaş B, Göçmen H. Residue contents of captan and procymidone applied on tomatoes grown in greenhouses and their reduction by duration of a pre-harvest interval and post-harvest culinary applications. *Food Chem.* 2007;100(4):1611-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.12.059>
21. Zhang Z-Y, Liu X-J, Hong X-Y. Effects of home preparation on pesticide residues in cabbage. *Food Contr.* 2007;18(12):1484-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.11.002>
22. Abou-Arab AA. Behavior of pesticides in tomatoes during commercial and home preparation. *Food Chem.* 1999;65(4):509-14. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00231-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00231-3)
23. Randhawa MA, Anjum FM, Ahmed A, Randhawa MS. Field incurred chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol residues in fresh and processed vegetables. *Food Chem.* 2007;103(3):1016-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.001>
24. Kong Z, Dong F, Xu J, Liu X, Zhang C, Li J et al. Determination of difenoconazole residue in tomato during home canning by UPLC MS/MS. *Food Contr.* 2012;23(2):542-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.08.028>
25. Boulaid M, Aguilera A, Camacho F, Soussi M, Valverde A. Effect of household processing and unit-to-unit variability of pyrifenoxy, pyridaben and tralometrin residues in tomatoes. *J Agric Food Chem.* 2005;53(10):4054-8. <http://dx.doi.org/10.1021/jf040455y>
26. Kong Z, Dong F, Xu J, Liu X, Li J, Li Y et al. Degradation of acephate and its metabolite methamidophos in rice during processing and storage. *Food Contr.* 2012;23(1):149-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.07.001>
27. Rani M, Saini S, Kumari B. Persistence and effect of processing on chlorpyrifos residues in tomato (*Lycopersicon esculantum* Mill.). *Ecotoxicol Environ Saf.* 2013;95:247-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoenv.2013.04.028>
28. Aktar MW, Sengupta D, Purkait S, Chowdhury A. Risk assessment and decontamination of Quinalphos under different culinary processes in/on cabbage. *Environ Monit Assess.* 2010;163(1-4):369-77. <http://dx.doi.org/10.1007/s10661-009-0841-9>
29. Pugliese P, Moltó JC, Damiani P, Marín R, Cossignani L, Mañes J. Gas chromatographic evaluation of pesticide residue contents in nectarines after non-toxic washing treatments. *J Chromatogr A.* 2004;1050(2):185-91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2004.08.032>
30. Wu JG, Luan TG, Lan CY, Lo WH, Chan GYS. Efficacy evaluation of low-concentration of ozonated water in removal of residual diazinon, parathion, methyl-parathion and cypermethrin on vegetable. *J Food Eng.* 2007;79(3):803-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.02.044>
31. Aguilera A, Valverde A, Camacho F, Boulaid M, García-Fuentes L. Household processing factors of acrinathrin, fipronil, kresoxim-methyl and pyridaben residues in green beans. *Food Control* 2014;35(1):146-52. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.06.038>
32. Baptista GC, Sgarbiero E, Trevizan LR. Resíduos de Pirimifós-metilico em grão de trigo e alguns dos seus produtos processados. *Rev Bras Toxicol.* 2002;15(1):5-8
33. Bengston M, Davies RA, Desmarchelier JM, Henning R, Murray W, Simpson BW. Organophosphorothioates and synergized synthetic pyrethroids as grain protectants on bulk wheat. *Pestic Sci.* 1983;49(4):373-84. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.2780140406>
34. Marei AE, Khattab MM, Mansee AH, Youssef MM, Montasser MR. Analysis and dissipation of deltamethrin in stored wheat and milled fractions. *Alexandria J Agric Res.* 1995;16(2):275-91.
35. Uygun U, Koxsel H, Atli A. Residue levels of malathion and its metabolites and fenitrothion in post-harvest treated wheat during storage, milling and baking. *Food Chem.* 2005;92(4):643-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.08.045>
36. Kolberg DI, Prestes OD, Adaime MB, Zanella R. Development of a fast multiresidue method for the determination of pesticides in dry samples (wheat grains, flour and bran) using QuEChERS based method and GC-MS. *Food Chem.* 2011;125(4):1436-42. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.10.041>
37. Cabras P, Angioni A, Garau VL, Melis M, Pirisi FM, Cabitza F et al. Pesticide residues on field-sprayed apricots and in apricot drying processes. *J Agric Food Chem.* 1998;46(6):2306-8. <http://dx.doi.org/10.1021/jf980059d>
38. Athanasopoulos PE, Pappas C, Kyriakidis NV, Thanos A. Degradation of methamidophos on soultanina grapes on the vines and during refrigerated storage. *Food Chem.* 2005;91(2):235-40. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.10.018>
39. Kampire E, Kiremire BT, Nyanzi SA, Kishimba M. Organochlorine pesticide in fresh and pasteurized cow's milk from Kampala markets. *Chemosphere.* 2011;84(7):923-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.06.011>
40. Tsiplakou E, Anagnostopoulos CJ, Liapis K, Haroutounian SA, Zervas G. Pesticides residues in milks and feedstuff of farm animals drawn from Greece. *Chemosphere* 2010;80(5):504-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2010.04.069>
41. Abou-Arab AAK. Effects of processing and storage of dairy products on lindane residues and metabolites. *Food Chem.* 1999;64(4):467-73. [http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(98\)00126-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00126-5)
42. Nath BS, Unnikrishnan V, Bhavadasan MK, Chitra PS, Murthy MKR. Removal of endosulfan from bitter gourds by home processings pesticides. *Indian J Dairy Biosci.* 1997;8(2):6-9.
43. Li CF, Bradley RL, Schultz LH. Fate of organochlorine pesticides during processing of milk into dairy products. *J Assoc Off Anal Chem.* 1970;53(1):127-39.
44. Zhao XH, Wang J. A brief study on the degradation kinetics of seven organophosphorus pesticides in skimmed milk cultured with *Lactobacillus* spp. at 42 °C. *Food Chem.* 2012;131(9):300-4. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.046>



45. Balinova A, Mladenova R, Obretenchev D. Study on the effect of grain storage and processing on deltamethrin residues in post-harvest treated wheat with regard to baby-food safety requirements. *Food Additd Contam.* 2007;24(8):896-901. <http://dx.doi.org/10.1080/02652030701278313>
46. Stepán R, Tichá J, Hajslová J, Kovalczuk T, Kocourek V. Baby food production chain: pesticide residues in fresh apples and products. *Food Additd Contam.* 2005;22(9):1231-42. <http://dx.doi.org/10.1080/02652030500239623>
47. Nakamura Y, Sekiguchi Y, Hasegawa S, Tsumura Y, Tonogai Y, Ito Y. Reductions in Postharvest-Applied Dichlorvos, Chlorpyrifos-methyl, Malathion, Fenitrothion, and Bromide in Rice during Storage and Cooking Processes. *J Agric Food Chem.* 1993;41(11):1910-5. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00035a019>
48. Lalah JO, Wandiga SO. The effect of boiling on the removal of persistent malathion residues from stored grains. *J Stored Prod Res.* 2002;38(1):1-10. [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00036-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00036-9)
49. Byrne SL, Pinkerton SL. The effect of cooking on chlorpyrifos and 3,5,6-trichloro-2-pyridinol levels in chlorpyrifos-fortified produce for use in refining dietary exposure. *J Agric Food Chem.* 2004;52(25):7567-73. <http://dx.doi.org/10.1021/jf049212w>
50. Radwan MA, Abu-Elamayem MM, Shiboob MH, Abdel-Aal A. Residual behaviour of profenofos on some field-grown vegetables and its removal using various washing solutions and household processing. *Food Chem Toxicol.* 2005;43(4):553-7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2004.12.009>
51. Yang A, Park JH, Abd El-Aty AM, Choi JH, Oh JH, Do JA et al. Synergistic effect of washing and cooking on the removal of multi-classes of pesticides from various food samples. *Food Contr.* 2012;28(1):99-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.04.018>
52. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Anexo I - Regulamento técnico sobre as condições higiênicas sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. *Diário Oficial da União.* 30 jul 1997.
53. Ticha J, Hajslova J, Jech M, Honzicek J, Lacina O, Kohoutkova J et al. Changes of pesticide residues in apples during cold storage. *Food Contr.* 2008;19(3):247-56. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.03.011>
54. Zabik MJ, El-Hadidi MF, Cash JN, Zabik ME, Jones AL. Reduction of azinphos-methyl, chlorpyrifos, esfenvalerate and methomyl residues in processed apples. *J Agric Food Chem.* 2000;48(9):4199-203. <http://dx.doi.org/10.1021/jf9913559>
55. Juliano BO, Hickie PA. Rice functional properties and rice food products. *Food Rev Int.* 1996;12(1):71-103. <http://dx.doi.org/10.1080/87559129609541068>
56. Pszczola DE. Rice: not just for throwing. *Food Technol.* 2001;55(2):53-9.
57. Cogburn RR, Simonaitis RA, Webb BD. Fate of malathion and chlorpyrifos methyl in rough rice and milling fractions before and after parboiling and cooking. *J Econ Entomol.* 1990;83(4):1636-9.
58. Jaggi S, Sood C, Kumar V, Ravindranath SD, Shanker A. Loss of quinalphos during tea processing. *J Agric Food Chem.* 2001;49(11):5479-83. <http://dx.doi.org/10.1021/jf010436d>
59. Pelczar MJ, Chan ECS, Krieg NR. *Microbiology.* New York: McGraw-Hill; 1986.
60. Sharma J, Satya S, Kumar V, Tewary DK. Dissipation of pesticides during bread making. *J Chem Health Food Saf.* 2005;12(1):17-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chs.2004.08.003>
61. Kment P, Mihaljevic M, Ettler V, Sebek O, Strnad L, Rohlova L. Differentiation of Czech wines using multielement composition: a comparison with vineyard soil. *Food Chem.* 2005;91(1):157-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.06.010>
62. Grindlay G, Mora J, Gras L, Loos-Vollebregt MTC. Atomic spectrometry methods for wine analysis: A critical evaluation and discussion of recent applications. *Anal Chim Acta.* 2011;691(1-2):18-32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2011.02.050>
63. Hashizume T. *Tecnologia do vinho.* São Paulo: Blücher; 2008.
64. Miller FK, Kiigemagi U, Thomson PA, Heatherbell DA, Deinzer ML. Methiocarb residues in grapes and wine and their fate during vinification. *J Agric Food Chem.* 1985;33(3):538-45. <http://dx.doi.org/10.1021/jf00063a050>
65. González-Rodríguez RM, Cancho-Grande B, Simal-Gándara JR. Decay of fungicide residues during vinification of white grapes harvested after the application of some new active substances against downy mildew. *Food Chem.* 2011;125(2):549-60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.047>
66. Cabras P, Angioni A. Pesticide residues in grapes, wine, and their processing products. *J Agric Food Chem.* 2000;48(4):967-73. <http://dx.doi.org/10.1021/jf990727a>
67. Cabras P, Angioni A, Garau VL, Melis M, Pirisi FM, Minelli EV et al. Persistence and metabolism of folpet in grapes and wine. *J Agric Food Chem.* 1997;45(2):476-9. <http://dx.doi.org/10.1021/jf960353a>
68. Tsiropoulos NG, Liapis K, Likas DT, Miliadis GE. Determination of spiroxamine residues in grapes, must, and wine by gas chromatography/ion trap-mass spectrometry. *J AOAC Int.* 2005;88(6):1834-9.
69. González-Rodríguez RM, Cancho-Grande B, Simal-Gándara J. Decay of fungicide residues during vinification of white grapes harvested after the application of some new active substances against downy mildew. *Food Chem.* 2011;125(2):549-60. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.047>
70. Oliva J, Payá P, Cámara MA, Barba A. Removal of famoxadone, fluquinconazole and trifloxystrobin residues in red wines: effects of clarification and filtration processes. *J Environ Sci Health B.* 2007;42(9):775-81. <http://dx.doi.org/10.1080/03601230701550964>
71. Fernández MJ, Oliva J, Barba A, Cámara MA. Effects of clarification and filtration processes on the removal of fungicide residues in red wines (var. Monastrell). *J Agric Food Chem.* 2005;53(15):6156-61. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0580162>



72. Walorczyk S, Drożdżyński D, Gnusowski B. Multiresidue determination of 160 pesticides in wines employing mixed mode dispersive solid phase extraction and gas chromatography-tandem mass spectrometry. *Talanta*. 2011;85(4):1856-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2011.07.029>
73. Hough JS. *Malting and brewing*. 3a ed. Cambridge: Cambridge University Press; 1996.
74. Navarro G, Pérez, GS, Vela N. Decline of pesticide residues from barley to malt. *Food Addit Contam*. 2007;24(8):851-9. <http://dx.doi.org/10.1080/02652030701245189>
75. Navarro S, Vela N, Navarro G. Fate of triazole fungicide residues during malting, mashing and boiling stages of beermaking. *Food Chem*. 2011;124(1):278-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.033>



Esta publicação está sob a licença Creative Commons Atribuição 3.0 não Adaptada.
Para ver uma cópia desta licença, visite http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.pt_BR.