

表 5. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (1998)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名	No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
204	1998	2,4-D	lemon	232		disulfoton	coffee
205			maize	233			cotton
206			rice	234			maize
207			sorghum	235			sorghum
208			sugar cane	236			wheat
209			wheat	237			apples
210			apples	238			grapes
211			grapes	239			maize
212			milk	240			soya beans
213			oranges	241			sugar beet
214	peaches/plums	242	apples				
215	rice	243	barley				
216	soya beans	244	grapes				
217	tomatoes	245	potatoes				
218	grapes	246	hops				
219	plums	247	cotton				
220	tomatoes	248	kiwifruit				
221	dimethoate/omethoate		cotton seed	249		procymidone	pas
222			maize	250			peanuts
223			oranges	251			potatoes
224			potatoes				
225			tomatoes				
226	wheat						
227	dinocap		apples			quintozene	
228			grapes				
229			peaches				
230			strawberries				
231			tomatoes				

表 6. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (1999)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名	No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
252	1999	2-phenylphenol	oranges	275		fenpropimorph	banana
253		bifenthrin	apples	276		fenproximate	apples
254			cherries	277		malathion	cotton
255			peaches	278			grapes
256			plums	279		maize	
257			tomatoes	280		oranges	
258			buprofezin	oranges		281	potatoes
259			clethodim	canola		282	snap beans
260				cotton		283	tomatoes
261				peanuts		284	wheat
262				soya beans		285	peppers
263				sugar beets		286	potatoes
264				sunflowers		287	strawberries
265				tomatoes		288	phosalone
266		diazinon	apples	289	pyriproxyfen	cotton	
267			pears				
268		ethephon	grapes				
269		fenamiphos	cotton				
270			grapes				
271			oranges				
272			peanuts				
273			pineapples				
274			tomatoes				

表 7. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (2000)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名		
290	2000	captan	apples		
291			cherries		
292			citrus fruit		
293			cucumbers		
294			grapes		
295			plums		
296			strawberries		
297			tomatoes		
298			barley		
299			oats		
300			rape seed		
301			rye		
302			wheat		
303			chlorpyrifos	chlorpyrifos	apples
304					citrus fruit
305					coffee
306					cotton
307	grapes				
308	maize				
309	peanuts				
310	rice				
311	sorghum				
312	soya beans				
313	sugar beet				
314	sunflowers				
315	tomatoes				
316	wheat				
317	2000	fenthion	apples		
318			peaches		
319			lemon		
320			apples		
321			canola		
322			cotton seed		
323			grapes		
324			lemon		
325			maize		
326			oats		
327			olives		
328			oranges		
329			potatoes		
330			rice		
331			sorghum		
332			sugar beet		
333			sunflower seed		
334	wheat				
335	2000	parathion-methyl	apples		
336			canola		
337			cotton seed		
338			grapes		
339			maize		
340			olives		
341			peaches		
342			potatoes		
343			rice		
344			snap beans		
345			soya beans		
346			sugar beet		
347			sunflower seed		
348			wheat		
349			pyrethrins	pyrethrins	grapes
350					oranges
351					potatoes
352	sugar beet				
353	tomatoes				
354	oranges				
355	apples				
356	oranges				
357	potatoes				
358	2000	pyriproxyfen			oranges
359			apples		
360	2000	thiabendazole	oranges		
361			potatoes		

表 8. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (2001)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名	
358	2001	aldicarb	potatoes	
359		chlorpropham	potatoes	
360		dimethipin	cotton	
361		diphenylamine	apples	
362		fipronil	cotton seed	
363			maize	
364			potatoes	
365			sugar cane	
366			sunflower seed	
367		iprodione	tomatoes	
368		kresoxim-methyl	citrus	
369		methomyl	apples	
370			cotton seed	
371			lettuce	
372		maize		
373		oranges		
374		peaches		
375		peanuts		
376		potatoes		
377		sorghum grain		
378		soya beans		
379		tomatoes		
380		wheat grain		
No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名	
381		piperonyl butoxide	cocoa	
382			cotton	
383			grapes	
384			maize	
385			oranges	
386			potatoes	
387			rice	
388			soya beans	
389			succulent beans	
390			sugar beat	
391			tomatoes	
392			wheat	
393			apples	
394			celery	
395		cotton seed		
396		grapes		
397		head cabbage		
398		head lettuce		
399		musk melon		
400		oranges		
401		tomatoes		
No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名	
402		tebufenozide	canola	
403			citrus	
404			grapefruit	
405			grapes	
406			mint	
407			peach	
408			sugar cane	
409			tomatoes	
410			thiodicarb	apples
411				cabbage
412		cotton		
413		grapes		
414		lettuce		
415		soya beans		
416		sweet corn		
417		tomatoes		

表 9. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (2002)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名		
418	2002	carbaryl	cotton		
419			field corn		
420			grape fruit		
421			grapes		
422			lemon		
423			olives		
424			oranges		
425			peanuts		
426			potatoes		
427			prunes		
428			rice		
429			rye		
430			sorghum		
431			soybeans		
432			sugar beet		
433			sunflower		
434			sweet corn		
435			tomatoes		
436			wheat		
437		carbofuran	rape seed		
438			rice		
439		deltamethrin	apples		
440			canola		
441			maize		
442			olives		
443			plums		
444			rice		
445			sorghum		
446			tomatoes		
447			wheat		
448				apples	
449			mashroom		
450		diflubenzuron	oranges		
451			pears		
452			prunes		
453			rice		
454			soya beans		
455			wheat		
456			cotton seed		
457			soya beans		
458			tomatoes		
459			rice		
460			apples		
461			beans		
462			cherry		
463			cotton seed		
464			grapes		
465			head lettuce		
466			hops		
467			lemon		
468			oranges		
469			peaches		
470			potatoes		
471			rice		
472			tea		
473			tomatoes		
474			wheat		
475	2002	oxamyl	bananas		
476			cotton seed		
477			oranges		
478			peanuts		
479			pineapple		
480			potatoes		
481			tomatoes		
482					oranges
483				phosmet	cocoa beans
484				piperonyl butoxide	cotton seed
485		grape			
486		maize			
487		oranges			
488		potatoes			
489		soya beans			
490		sugar beet			
491		tomatoes			
492		wheat			
493			apples		
494		propargite	avocado		
495			cotton seed		
496			grapes		
497			hops		
498			maize		
499			mint		
500			oranges		
501			peanuts		
502			plums		
503			potatoes		
504			sorghum		
505			tea		
506			tomatoes		
507		tolyluanid	apples		
508			blackcurrants		
509			grapes		
510			hops		
511			lettuce		
512			melons		
513			pears		
514			strawberries		
515			tomatoes		

表 10. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (2003)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
516	2003	acephate	apples
517			common beans
518			grapefruit
519			lemons
520			oranges
521			potatoes
522			soya beans
523			tomatoes
524			apples
525			apricots
526		barley	
527		grapes	
528		plums	
529		strawberries	
530		tomatoes	
531		wheat	
532		dimethoate	cabbage
533			olives
534			oranges
535		wheat	
536		dodine	apples
537		famoxadone	barley
538			grapes
539	tomatoes		
540	fenitrothione	rice	
541		wheat	
No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
542		lindane	canola
543			apples
544		methamidophos	broccoli
545			cabbage head
546			chinese cabbage
547			cotton seed
548			peaches
549			peppers
550			potatoes
551			soya beans
552			sugar beat
553			tomatoes
554			apples
555			cotton seed
556			grapes
557			head cabbages
558			head lettuce
559	maize		
560	oranges		
561	peaches		
562	pears		
563	tomatoes		
564	pirimiphos-methyl	barley	
565		oats	
566		wheat	

表 11. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (2004)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名	No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
567	2004	chloroxyrifos	cotton seed	597		propineb	cherries
568			rice	598			pears
569		ethoprophos	soya beans	599		tomatoes	tomatoes
570			banana	600		pyrachlostrobin	barley
571			melons	601			grapes
572			potatoes	602			wheat
573		fenitrothione	rice	603		spinosad	grapes
574		fludioxonil	grapes	604			maize
575			lemons	605			rice
576			plums	606			wheat
577			strawberries	607			apples
578			tomatoes	608			grapes
579		methalaxy-M	grapes	609			hops
580			oranges	610			oranges
581		oxydemeton methyl	peas	611			peach
582		p:araquat	cotton	612			pears
583			hops	613			plums
584			maize	614			potatoes
585			olives	615			rice
586			potatoes	616			strawberries
587			sorghum	617			sugar beet
588			soya beans	618			tomatoes
589			sunflower seed	619			wheat
590			tomatoes				
591		prochloraz	barley				
592			mushrooms				
593			peppers				
594			rape seed				
595			sunflower seed				
596		wheat					

表 12. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (2005)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
620	2005	cyhexatin	citrus
621			apples
622			grapes
623			hops
624		dimethenamid-P	peanuts
625			soya beans
626			maize
627		fenhexamid	potatoes
628			cherries
629			plums
630		grapes	
631		strawberries	
632		tomato	
633		lelluce	
634		olives	
635		suger beet	
636	glyphosate	soya beans	
637		maize	
638		oats	
639		sorghum	
640		wheat	
641		cotton	
642		linseed/flax	
643		oilseed rape	
644		coffee	
645		tea	
646		suger cane	
No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
647		indoxacarb	apples
648			peach
649			grapes
650			tomatoes
651			cotton
652			peanuts
653			soybeans
654		methiocarb	grapes
655			wheat
656		methoprene	corn
657	rice		
658		novaluron	apples
659		cottonseed	
660		phorate	potatoes
661		maize	
662		sulfuryl fluoride	coffee
663			wheat
664			corn

表 13. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (2006)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
665	2006	aminopyralid	wheat
666		bifenazate	apples
667			prunes
668			grapes
669			mint tops
670			tomatoes
671			cotton
672			orange
673			apples
674			plums
675			cherries
676			strawberries
677			grapes
678			white cabbage
679			gherkins
680			tomatoes
681			head lettuce
682			green peas
683			soybean
684			carrots
685			sugar beets
686			barley
687			wheat
688			corn
689			peanut
690			sunflower
691			cotton
692			canola
693			mint
694			hops

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
695		endosulfan	tomatoes
696			soybeans
697			coffee beans
698		fenpropathrin	black tea
699			green tea
700		fludioxonil	apple
701		pirimicarb	apples
702			plums
703			tomatoes
704			brussels sprouts
705			cabbage
706			lettuce
707			kale
708			barley
709		propamocarb	cabbage
710			tomatoes
711		pyrachlostrobin	hops
712			soybean
713			sunflower seed
714		quinoxifen	barley
715			grapes
716		thiacloprid	melons
717			watermelons
718			apples
719			peach
720			tomatoes

表 14. JMPR で評価された加工による残留量への影響研究例 (2007)

No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名	No.	JMPR 報告年	農薬名	農作物名
721	2007	clofentezine	orange	748		propiconazole	grape
722			apples	749			sugar beet
723			grapes	750			corn grain
724			strawberries	751			rice
725		cyfluthrin/ β -cyfluthrin	orange	752		sorghum	
726			apple	753		wheat	
727			tomato	754		peanut	
728			cotton	755		tea	
729		cyromazine	sunflower	756		orange	
730			tomatoes	757		apple	
731			potatoes	758		grapes	
732		difenoconazole	apple	759		tomato	
733			carrots	760		green beans	
734			grapes	761		carrots	
735	olives		762	apples			
736	dimethomorph	tomatoes	763	grapes			
737		grapes	764	pineapples			
738		tomatoes	765	tomatoes			
739	fenitrothion	potatoes	766	coffee			
740		hops	767	grapes			
741		wheat	768	tomato			
742	flusilazole	barley	769	potato			
743		rice					
744		apple					
745		grapes					
746		soya beans					
747		wheat					

C-2. 諸外国の加工に関する試験法と結果の利用法に関する指針等

a. 加工影響評価試験に関する指針等

諸外国における加工影響評価試験に関する指針等を収集し、翻訳した。

1. 国連食糧農業機関 (FAO) マニュアル (2002年版) 第3~6章

「FAO manual on the submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 2002 (Second edition)」²⁸⁾ から食品加工に関して記述されている第3~6章を抜粋し、翻訳した。概要を以下に示す。

第3章 FAO/WHO 合同残留農薬専門家会議 (JMPR) の評価に必要なデータと情報

加工処理試験の目的として、分解・反応生成物に関する情報、加工係数の算定、実際に即した食事を介した暴露量の把握、である。一方、通常生あるいは洗浄する程度の処理でのみ食される農産物や定量限界を超える残留が生じない場合は、試験は通常必要としない。

分解物又は反応生成物の検討には、分解モデルとして、放射性同位元素標識体を用いた加水分解試験を実施する。

加工係数は、かんきつ類、りんご、ぶどう、トマト、穀物及びオイルシードなどの代表的な農産物について、実際に行われている調理加工方法に従った加工処理試験を実施して求める。

第4章 国際連合食糧農業機関 (FAO) パネルへの提出データの作成

データは表形式にまとめる。どのような製品かを明らかにし、圃場での処理、薬量等及び試験に使用した農産物の重量などを記す。

第5章 最大残留量の推定及び残留基準設定における JMPR の業務

加工処理試験により残留濃度の減少や濃縮が明らかとなり、加工係数を算出で

きる。

$$\text{加工係数} = \frac{\text{加工品中の濃度 [mg/kg]}}{\text{原材料中の濃度 [mg/kg]}}$$

加工係数は、加工処理ごとに平均値を採る。結果の差が大きい場合は、代表的なものを選ぶ。選択理由がない場合は、最も高い値を採る。加工品中の濃度が不検出あるいは定量限界未満の場合は、「<」記号を付す。ここで示される値は、「未満」の中の最低値に当たる。加工係数は有効数字2桁に丸める。加工品及び原材料中のいずれも不検出の場合は、加工係数は算定できない。

第6章 食事由来の農薬摂取量算出に用いる残留レベルの推定

調理加工後の残留レベルは、生鮮品の適正農業規範 (GAP) における作物残留試験で得られた残留濃度の中央値 (STMR) に平均的な加工係数を乗じて推定し、STMR-Pとして示される。

2. 米国環境保護庁 (EPA) の残留化学物質試験ガイドライン

「EPA Residue Chemistry Test Guidelines, OPPTS 860.1520, Processed Food/Feed」²⁹⁾ を翻訳した。概要を以下に示す。

このガイドラインは、汚染防止・農薬・毒物対策局 (OPPTS) / 米国環境保護庁 (US EPA) によって開発された試験ガイドラインの一つである。

①加工における濃縮

加工品等における残留レベルが原材料の残留濃度を超える場合、加工データが要求される。その例として、りんごジュース、りんご絞り滓、外皮、粗挽き粉 (ミール)、綿実精製油、甜菜からの砂糖、乾燥果肉及び糖蜜などがある。

加工試験は、実際に即したものでなくてはならない。供試試料には、十分な残留レベルが確保された圃場で生産されたものが必要である。原材料において農薬すべてが表面に残留することが証明されていない限り、薬剤を添加した試料を使用しての試験は容認されない。

②加工における減少

加工後に検出されない場合、定量限界量(LOQ)を最高残留値として採用する。

③理論的最大濃縮係数

濃縮が水分の消失に基づく場合と特定部位が利用される場合がある。

表 15. 水分消失に基づく理論的濃縮係数の例

作物	乾燥物の割合	濃縮係数
いちじく	22	
乾燥いちじく	76	3.5
ぶどう	18	
レーズン	85	4.7
ばれいしょ	20	
乾燥(フレーク, 粒)	93	4.7
すもも	21	
プルーン	72	3.4
トマト	6	
ピューレ	8.5	1.4
ペースト	33	5.5

表 16. 特定部位に基づく理論的濃縮係数の例

作物	当該部位の最小割合	濃縮係数
大麦		
ふすま	13	7.7
精白玉麦(球状搗き麦)	82	1.2
てんさい		
砂糖	8	12.5
糖蜜		
乾燥果肉		
カノーラ		
粗挽き粉	52	1.9
油	33	3
かんきつ		
果皮	30	3.3
油	0.1	1000
ジュース	50	2
ココナッツ		
油	35	2.9
乾燥粉		2.1
コーヒー		
焙煎豆	1.2	18
	焙煎による軽量化	
インスタント		4.4

作物	当該部位の最小割合	濃縮係数
とうもろこし		
油	4	25.0
綿実		
外殻	26	3.8
粗挽き粉	45	2.2
油	16	6.3
ぶどう		
ジュース	82	1.2
ミント		
油	0.3	333
カラス麦		
粉		
押し麦	70	1.4
オリーブオイル		
油	10	108
らっかせい		
粗挽き粉	46	2.2
油	36	2.8
パイナップル		
残渣	26	3.8
ジュース		
ばれいしょ		
残渣	25	4.0
菜種		
粗挽き粉	52	1.9
玄米		
外殻	20	5.0
ぬか	13	7.7
ライ麦		
ふすま	10	10.0
べにばな		
粗挽き粉	11	9.1
油	30	3.3
大豆		
莢	9	11.3
粗挽き粉	46	2.2
油	8	12.0
さとうきび		
糖蜜		
砂糖	8.5	11.8
ひまわり		
粗挽き粉	22	4.5
油	40	2.5
トマト		
ジュース	70	1.4

作物	当該部位の 最小割合	濃縮 係数
小麦		
ふすま	13	7.7
粉	72	1.4
廃棄物	12	8.3

④基準設定のための必要項目

原材料における残留量：加工工程で十分に混和され、圃場から採取したサンプルが均一化されていれば、圃場試験で得られた最大の平均残留値（Highest Average Field Trial：HAFT）を用いる。

重複加工試験：特定の農薬について二つ以上の加工試験が実施された場合は、その平均濃縮係数を用いる。

過剰薬量使用：適正使用による残留量が定量限界値に近いかそれ以下の場合、薬量を過剰に使用した圃場試験を奨励する。

⑤そのまま喫食する食品（Ready-to-Eat：RET）：レーズン、オリーブ油、ポテトチップスなど。HAFTに濃縮係数を乗じたとき、原材料の基準値を大きく超えているときは、加工品の基準値が必要とされる。

⑥RET以外の食品（nRET）：ミント油、かんきつ油、乾燥茶、小麦粉など。これら食品から作られたRET製品の残留値が原材料の基準値を超えているか否かで基準値設定が判断される。

3. EUの加工試験に関するガイドライン「7035/VI/95 rev.5 PROCESSING STUDIES」³⁰⁾を翻訳した。概要を以下に示す。

本ガイドラインでは、試験の計画、立ち上げ、及び実施方法に関する全般的な助言を示す。

・加工試験の目的

分解産物や反応生成物の情報を取得する；減量、濃縮を明らかにして、加工係数（加工品中の残留濃度／原材料中の残

留濃度）を推定する；食事からの摂取量をより精密化する；加工食品の残留許容量（MRLs）を設定するための資料とする、といった4つの目的がある。

・残留物の性質への影響

別個のリスク評価が必要とされる分解／反応生成物が生じるか確認する。

通常、放射性標識物質を用いて、最大3つの加水分解試験を行う。

・残留濃度への影響

種々の中間及び最終製品中の分布を測定し、その減量や濃縮を把握して、加工係数を推定する。

加工試験は、あらゆる中間及び最終製品中における分布を測定するバランス試験と、その結果に基づき試験する製品を限定してより広範囲な試験を行うフォローアップ試験から成る。

加工試験の実施は、食事における重要性、原材料中の濃度、当該物質や関連代謝産物の物理化学的特性、加工後に毒学的に重要な分解産物生成の可能性、から判断される。

原材料中の残留量について、理論最大一日摂取量（TMDI）がADIの10%未満の場合、ほとんど生食される場合などは、通常、加工試験を要しない。

加工試験に用いる条件は、一般的な条件にできる限り近似させる。

・結果の評価

ア) 減量と濃縮を認識する。

イ) 加工係数を推定する。

4. オーストラリアの加工試験に関するガイドライン

「Residue Guideline No.7 - Processing Studies」³¹⁾を翻訳した。概要を以下に示す。

本ガイドラインは、加工試験の実施が必要となる場合と加工試験の種類の一般的事項を示す。

・加工試験が要求される状況

1日当たりの理論上最大摂取量（TMDI）が1日当たりの摂取許容量（ADI）を超える場合、摂取する食品中の残留量を生鮮

作物と比較して測定し、正確な1日当たりの摂取量を推定するための加工係数（残留の相対濃度または減少）を計算する。

加工により毒性学的に重要な代謝物へ残留物が変化する可能性がある場合。

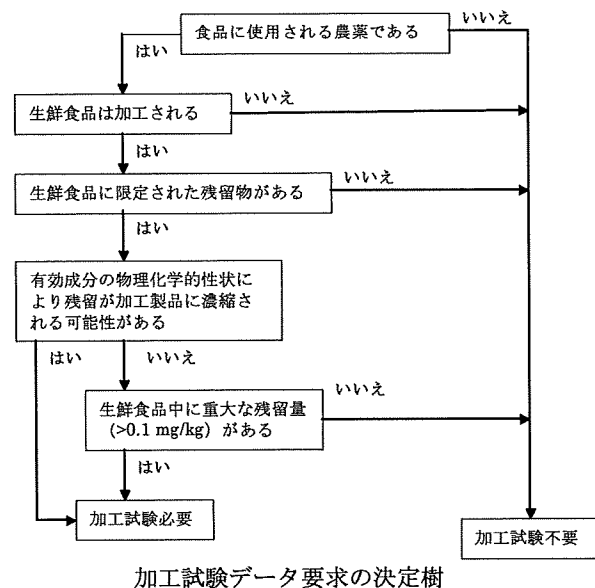
加工した食品／飼料中の残留量が生鮮農作物より大きくなり、そのため各種加工食品についてMRLsを設定する必要がある場合。

食品中に定量限界を超える残留量が存在し、加工試験が必須の場合（例えば小麦）。

生鮮の穀物、オイルシード、かんきつ類、ぶどう、りんご、ばれいしょ、ドライフルーツ及びびさとうきびに0.1 mg/kgを超えて農薬が存在するときは加工試験が要求されると予想される。

・加工試験の要求

MRL 案設定に加工試験を必要とするか否かは以下のような要件で決定する。



原材料である生鮮作物が主に生で食される場合、残留量が0.1mg/kg未満あるいは毒性学的に活性がある残留物ではない場合、残留量が生鮮農作物中の残留量を超えないとの適切な証拠がある場合は、通常、MRL 案設定に加工試験を必要としない。

・加工試験の実施

加工試験は、時間を経た農薬を残留した食品について実施する。

・試験及び分析すべき製品の数

一般的に、1作物あたり1試験、1作物群あたり2試験で十分である。

生鮮食品がいくつかの加工過程を経る場合は、初めの主要な第一加工製品を最初に試験する（例：小麦では小麦粉、ふすま）。第二加工製品及び加熱調理製品の試験は、それらの食品の方が第一加工製品中より残留量が高くなると確信される理由がある場合のみ実施する。

・加工方法

家庭や市場で一般に用いられている実際の条件とできる限り近いものでなければならぬ。

・結果の評価

加工試験のデータは、残留の減少と濃縮の認知、加工係数の推定、残留物の重要な変化の認知、に使用される。

5. 経済協力開発機構（OECD）の化学物質テストガイドライン

「OECD GUIDELINE FOR THE TESTING OF CHEMICALS, Magnitude of the Pesticide Residues in Processed Commodities」^{3,2)}を翻訳した。その概要を以下に示す。

本ガイドラインは、加工試験（栽培時に残留レベルが最大となるような条件で農薬を使用した原材料（Raw Agricultural Commodities : RAC）を用いて加工したときの、製品中における残留レベルを定量する試験）の計画および実施方法に関して説明し、また、加工製品中における残留農薬（代謝物、分解産物を含む）の分布と蓄積について示している。なお、単純な剥皮、洗浄については取り扱っていない。

本試験により得られる残留農薬の減少、濃縮及び加工係数(加工製品中における残留レベルと RAC 中における残留レベルとの比)の推定値に関する情報は、①消費者の安全性を評価するための一次加工製品に関する食物からの暴露の精密な評

価，②動物の飼料として利用されたときの食餌による家畜類の暴露量をより現実的に算出できる製品中の残留結果，③加工品の MRL 設定，④RAC の MRL 遵守の監視，などに利用される。

・加工試験の適用範囲

本ガイドラインは，植物由来の RAC に適用する。また，動物に直接あるいは動物用医薬品として使用される場合は，動物由来の原材料にも適用する。

・一般的な留意事項

①残留時の代謝物及び分解産物のほか，高温加水分解試験（資料 6）で重要と見なされた分解産物も測定する。

②可能な限り実際の加工工程に即して実施する。加工試験で使用される RAC には定量可能な残留農薬が十分量含まれており，各製品や各中間物（例：調理用の水など）について濃度／希釈係数が決定できるものとする。試料に添加しての試験は許容されない。

③RAC 中に含まれる同一の単一化合物の残留に起因する加工係数（Processing Factor： P_f ）は，以下の式により算出する。

加工係数 (P_f)

$$= \frac{\text{加工製品中の残留濃度}}{\text{加工されるRAC又は市販品中の残留濃度}}$$

④2 施設より入手した RAC の加工結果の平均値を算出して， P_f を求める。3 つ以上の結果の場合は，その中央値を採る。

⑤FAO マニュアルでは，「2 試験法から得られた P_f が一致しない場合（例えば 10 倍の違いがあるなど）は，平均値の採用は不適切である。どちらか一方を選択する理由がなければ，高い方の P_f を選択する。」とされる。

⑥2 つの加工試験結果の間の変動は，最大 50% が実際的な推定値である。50% 以上異なるときは，第 3 の試験を実施する必要が生じることもある。この結果間の差異は，以下のようにして算出される。

$$\frac{P_f(\text{大きい値}) - P_f(\text{小さい値})}{P_f(\text{大きい値})} \geq 0.5$$

⑦第 3 の試験を実施する前に，それまでに実施した試験を検討して，その要因を調べ，最悪のケースを導く条件を選択しなければならない。

⑧加工中の農薬原体やその代謝物の挙動は， n -オクタノール・水分配係数 (P_{ow})，加水分解安定性，熱安定性及び水溶性に関係する。例えば， $\log P_{ow}$ が 3 以上であれば，食事などの油又は固体中で濃縮される可能性があり，水溶性が高ければジュース中に移行すると考えられる。

⑨RAC を乾燥して加工製品にする工程は，水の消失量に基づく補正のみで一般的な P_f を導くことができる。

⑩加工工程中に重要な化合物が生じる場合（例えば RAC の乾燥によってジチオカルバメートから ETU が生じるなど）には，代謝物／分解産物に関する親化合物からの生成量の推定値が必要である。

・試験実施の条件

①試験の実施

表 3 に，産業的手順(カテゴリ 1)と家庭内における手順(カテゴリ 2)を示す。カテゴリ 1 の手順には，主要な商品に関する大規模な工業生産スケールで一般的に実施される明確に定義された手順が含まれる。大部分の規制機関は，これらの手順を必須と見なしている。LOQ またはこれを上回る残留農薬が RAC 中に認められない場合，加工試験を実施する必要はないものの，農薬の特性から加工後に濃縮される可能性があることが示される場合には，加工試験が必要となることがある。

②結果の外挿

同一の製品タイプで，同一の加工手順を経る製品は，1 つの製品の試験結果をこのタイプのその他の製品に外挿できる。（例）オレンジの加工：オレンジからオレンジジュース及びしぼりかすへの加工に関する結果をその他の柑橘系果汁の加工に外挿することができる。

表 17. 典型的な RAC を用いる加工手順のタイプおよび推奨される外挿

タイプ	加工手順	説明	典型的な作物/ RAC の例	外挿	国内用 か産業 用か ²⁾
カテゴリ 1 (主要な産業的手順)					
II	果汁の調製	飼料としてのしぼりかすまたは乾燥パルプ(副産物)も含む	オレンジ リンゴ ブドウ (V も参照のこと)	オレンジ→柑橘類(ジュース、飼料)、トロピカルフルーツ(ジュースのみ) リンゴ→梨果、石果(ジュース、飼料) ブドウ→小果実・ベリー類(ジュース、飼料)	D/I
V	アルコール飲料の調製	発酵 麦芽製造 醸造 蒸留	ブドウ(ワイン) 米 大麦 ホップ その他の穀類 (小麦、トウモロコシ、ライ麦) サトウキビ	ブドウ ³⁾ →ワインの原料となるすべての RAC (米を除く) 米(ビール、ワイン)→該当なし 大麦 ⁴⁾ →ビールの原料となるすべての RAC (米およびホップを除く) 大麦→ウイスキー類の原料となるすべての RAC	D/I
VII	野菜ジュースの調製	濃縮果汁(例: トマトピューレ、ペーストなど)の調製を含む	トマト ニンジン	トマト→すべての野菜	D/I
X	油の調製	圧搾または抽出、飼料として利用される粉餌またはプレスケーキを含む	ナタネ(キャノーラ) オリーブ トウモロコシ(コーン)	1) 溶剤抽出(破碎): オリーブ→該当なし 綿実*大豆→ナタネ(キャノーラ) *その他の脂肪種子 2) 冷圧: オリーブ→該当なし 3) 製粉(湿式および乾式): トウモロコシ→該当なし 綿実*大豆→ナタネ(キャノーラ) *その他の脂肪種子	I
XI	製粉の分布	飼料として利用されるふすまおよびグルテンを含む。飼料として利用されるその他の穀物。	小麦 米 トウモロコシ(コーン)	小麦→米を除く以外のすべての小穀物(カラスムギ、大麦、ライ小麦、ライ麦) 米→マコモ トウモロコシ(コーン、乾式製粉)→モロコシ	I
XIV	サイレージ生産	重要な飼料の品目。	ビート 牧草/アルファルファ	ビート(パルプ)→根および塊茎 牧草/アルファルファサイレージ→すべての緑色植物サイレージ	I
XII	糖の調製	濃縮された残留農薬が含まれる可能性がある品目は糖蜜およびバガス(飼料として利用される)のみである。その他の加工製品(例: 糖など)も評価すべきである。	甜菜、サトウキビ、サトウモロコシ	サトウキビ*ビート(精製糖のみ)	I

タイプ	加工手順	説明	典型的な作物/ RACの例	外挿	国内用 か産業 用か
カテゴリ 2 (その他の産業的手順および国内または家庭内の手順)					
XIII	浸出および抽出	浸出、緑色および紅茶を含む。 焙煎および抽出 (インスタント コーヒーを含む)	茶 カカオ コーヒー	該当なし	D/I
III	果実の缶詰の調製		缶詰: リンゴ/洋梨 サクランボ/ 桃 パイナップル	皮付きで缶詰にされるすべての果実→缶詰にされるすべての果実	D/I
IV	その他の果実製品の調製 (一次加工手順のみ)	マーマレード、ジャム、ゼリー、ソース/ピューレの製造を含む ⁵⁾	梨果 石果 ブドウ 柑橘類 (オレンジ)	任意の果実→その他の主要な果実	D/I
VI	野菜、豆類および穀物の水中での調理 (蒸し調理を含む)		ニンジン 豆/エンドウ (乾燥) 豆/エンドウ (水煮) ジャガイモ ホウレン草 米 [精米後 (白米) または脱穀後 (玄米)]	ホウレン草→葉菜類、アブラナ科野菜 (20分未満) ジャガイモ→根、塊茎、鱗茎 野菜、新鮮なマメ科植物 (20分以上) 米→すべての穀物	D
VIII	野菜の缶詰の調製		一般的な豆 (緑豆または大豆) コーン (スイートコーン) エンドウ (エンドウ、水煮) ジャガイモ ホウレン草 ビート (食用ビート、テーブルビート) トマト 豆類 (エンドウまたは豆)	一般的な豆、コーン、エンドウまたはホウレン草→すべての野菜 ジャガイモ→サツマイモ	D/I
IX, XVIII	その他の野菜製品のいろいろな調製	フライ 電子レンジ調理 焼く	ジャガイモ	ジャガイモ→すべての野菜 (電子レンジ調理) ジャガイモ→すべての野菜 (フライおよび焼き調理)	D/I
XV	動物由来製品の加工、肉および魚の調製を含む ⁶⁾	攪拌 ボイル/茹でる 焼く/燻製 フライ 発酵	牛乳 卵 肉 魚	該当なし	D/I
XVI	乾燥	水の除去	果実 (特にブドウ、プラム) 野菜 ジャガイモ 牧草	該当なし	I

タイプ	加工手順	説明	典型的な作物/ RACの例	外挿	国内用 か産業 用か ²⁾
XVII	大豆、米およびその他の発酵（アルコール飲料を除く）	発酵	キャベツ 大豆 米	該当なし	D/I
XIX	塩漬け	塩水漬けまたは塩漬、塩溶液中での嫌気発酵による食品保存手順	キュウリ キャベツ	キャベツ→すべての野菜	D/I

- 1) タイプの完全な一覧は「Guidance for Residues in Processed Commodities」の付録1に記載されている。
- 2) 加工試験で利用される技術は、普段利用される実際の状況に可能な限り対応していなければならない。産業的な加工製品がある場合は、家庭においても調理されることがあっても、洗浄を含む代表的な産業的手順を利用して製造しなければならない。
- 3) 加工試験は赤ワイン用のブドウと白ワイン用のブドウの両方に必要である。
- 4) ビールは複数原料が複数の段階で加工されるために一次加工製品とは見なされないが、これは重要な加工製品であり、ビール製造手順はカテゴリ1に含めるべきである。
- 5) マーマレード、ジャムおよびゼリーに関する手順は、使用される砂糖の量（30～60%）が多いことから、一次加工手順とは見なされないために、加工試験を実施する必要はない。実際の試験の代わりに加工係数を算出するには果実含有量を50%とするか、手順におけるこのステップの加工係数を0.5とする（加糖のステップ：果実 RAC の残留農薬×0.5＝マーマレードの残留農薬）。
- 6) 動物由来 RAC の加工は、家畜病治療目的での使用（直接的な動物への投与）が必要とされる場合のみ実施する。

②実施数

実施される各加工手順は、2箇所以上の異なる実地検査施設から採取した RAC を用いた少なくとも2つ以上の独立した試験を行う必要がある。ある製品に2つ以上の大きく異なる手順が適用される場合には、それぞれの手順ごとに2試験以上実施する必要がある（例）ワインの製造：赤ワインの加工には加熱が含まれることと皮が添加されることから、白ワインの調製と赤ワインの調製は異なる。したがって、白ワインの調製時に2試験以上、赤ワインの調製時に2試験の加工試験を実施する必要がある。トウモロコシの製粉：トウモロコシの製粉には湿式と乾式の2種類の手順があることから、湿式製粉時に2試験以上、乾式製粉時に2試験以上の加工試験を実施する必

要がある。油の生産：対象となる作物に溶媒抽出と冷圧手順の両方が利用される場合は、それぞれに2試験以上の加工試験を実施する必要がある。）

③被検物質の濃度

加工試験で用いる RAC サンプルには、定量可能な残留農薬（LOQ 以上）が含まれていなければならないが、さまざまな加工製品の加工係数を求められるためには最大で0.1 mg/kg または LOQ の10倍以上が含まれていることが望ましい。加工の直前にサンプルに含まれている残留農薬量については、RAC のそれぞれを2サンプル以上重複して分析すること。

④加工技術

加工試験で利用される技術は、普段利用される実際の条件に可能な限り対応していなければならない。したがって、産

業的な加工手順と家庭内での加工手順とは区別される。また、産業的に製造される製品については、対応する家庭内での手順があったとしても、洗浄を含む代表的な産業的手順を利用して製造しなければならない。

⑤対象となる製品

原則的には、残留農薬を含み、加工される予定のすべての作物について、一連の加工試験を実施する必要がある。ある農薬の加工係数を、同じ手順を受けるある一定のグループに含まれるすべての作物に外挿することが可能である。

・サンプリング

加工直前に分析用の RAC サンプルを採取して、その後の分析に使われるまで冷凍保管する。加工係数を求めるためには中間サンプルが必要となる。中間サンプルは手順内の適切な時点で採取し、冷凍保管する。なお、重複してサンプリングと分析を行うことが望ましい。各加工フラクションについて、それぞれの総重量を測定しておく。

栽培時に農薬を使用したときは、得られた RAC を収穫直後に加工する。ポストハーベスト使用時は、商業的な保管期間をシミュレーションした期間(例えば、処理後 3~6 か月)が経過した後で加工する。

・報告

採用する主な加工手順とこれらの手順を選択する根拠、主な結果の要約(いろいろな加工製品中における残留農薬、加工係数、蓄積状況、最大残留量、結果の評価など)について報告する。

6. 残留農薬の加工係数に関するドイツ連邦リスク評価研究所(BfR)プログラム

「 BfR-Programm zu Verarbeitungsfaktoren von Pflanzenschutzmittel-Rückständen, Aktualisiertes Programm vom 01. Juni 2007」³³⁾を翻訳した。その概要を以下に示す。

2007年6月1日作成の新規プログラムである。

BfRは、FAO/WHOによって毎年公表されている農薬主成分の残留に関するモノグラフや欧州化学物質調査の主な評価報告書を中心に評価を行ってきた。残留農薬の加工係数について、コンピュータを利用して求める補助的手段を開発した。このプログラムにより、ある農薬成分またはある食品や飼料について、加工係数を探し出すことができる。

新規バージョンには、2006年に国連食糧農業機構/世界保健機関(FAO/WHO)合同残留農薬専門家会議(Joint Meeting on Pesticide Residues: JMPR)によって公表された加工係数が収載されている。これに加えて、バナナや柑橘類果物の皮を剥いた果肉についての加工係数も取り上げられている。また、加工処理を行っていない生果物の残留農薬データとそれに対応する果肉検体のデータも入手し、それぞれの検体ごとに、加工係数を求めた。このプログラムに列挙されている係数は、それぞれの農薬主成分と果肉との組合せに関する加工処理係数の中央値である。

加工係数 (Verarbeitungsfaktor : VF) の概念は次のように定義される。

加工係数(VF)

$$= \frac{\text{加工済み製品中の残留農薬量 [mg/kg]}}{\text{加工処理を行っていない生製品中の残留農薬量 [mg/kg]}}$$

加工係数が 1 を上回る場合には農薬の濃縮が行われることになり、希釈されるようであれば、加工係数は 1 未満の値をとるようになる。加工製品に含まれる濃度が検出限界未満であれば、VF の計算は次のようにして行われる。

VF

$$= \frac{\text{検出限界値(加工済み製品) [mg/kg]}}{\text{加工処理を行っていない生製品中の残留農薬量 [mg/kg]}}$$

こうした場合の加工係数は、「<」の記号を用いて“～未満”ということを表示する。

BfR のプログラムには、食品については 1042 個の加工係数と 116 種類の農薬成分、飼料については 433 個の加工係数と 91 種類の農薬成分のデータが蓄積されている。定期的な更新も予定されている。しかし、BfR ではこれらのデータの正当性を法的に保証するには、まだ時期尚早としている。

7. FAO/WHO 合同食品規格計画第 39 回残留農薬部会 (2007 年 5 月北京) の加工及び調理済み食品の MRL の設定に関する討議文書

「 JOINT FAO/WHO FOOD STANDARDS PROGRAMME

CODEX COMMITTEE ON PESTICIDE RESIDUES

Thirty-ninth Session

Beijing, China, 7 – 12 May 2007

ESTABLISHMENT OF MRLS FOR PROCESSED AND READY-TO-EAT FOODS

Establishment of MRLs and/or processing factors for processed and ready-to-eat foods

Document prepared by a drafting group consisting of the EC, The Netherlands, USA, Canada, Australia, Belgium, Norway, Peru, Brazil, Germany, CEFS, WPTC, IFU」^{3 4)} を翻訳した。概要を以下に示す。

・加工及び調理済み食品の MRL の設定

これまで加工によって濃縮が起こる場合にのみ加工食品の残留基準を設定してきた。今回、EC から加工食品の残留基準の設定についての各国の方針が紹介された (表 4)。それによると、これら方針は非常に多様であり、これらを一つのコーデックス方針にまとめることは困難であった。

部会は、加工食品に対する残留基準や加工係数を設定する際の各国の考え方をまとめ (表 5)、関連資料を JMPR (FAO/WHO 合同残留農薬専門家会議) に付託し、その承認を得て検討を加え、加工係数の適用に関するガイドラインの要否について決定することとした。