تكنولوجيا البقوليات

Legumes Technology

الأستاذ الدكتور / محمد محمود يوسف[1]

دكتور/ رمضان شحاته عطيه[1]

دكتور / حامد مرسى زينه[2]

قسم علوم وتكنولوجيا الأغذية

١ - كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية - الشاطبى

٢ - كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية - دمنهور

مكتبة المعارف الحديثة

٢٣ ش تاج الرؤساء سابا باشا الإسكندرية

ت: ٥٤٤٥٥٥١ - ٥٨٢٦٩٠٢

obeikandl.com

obeikandl.com

10- تكنولوجيا البقوليات

Legumes Technology

المحتويات		رقم الصفحة
1-10	مقدمـــة	1
2-10	تصنيع البقوليات	10
10-2-1	الفول البلدى	11
10-2-2	العدس	18
10-2-3	الفاصوليا	21
10-2-4	الحمص	25
10-2-5	البسلة	30
10-2-6	اللوبيا	30
10-2-7	الترمس	31
10-2-8	الحلبة	33
10-2-9	فول المانج	34
10-2-10	فول الصويا	35
3-10	ظاهرة الحصرمة فى البقوليات	43
10-3-1	حصرمة النقع	45
10-3-2	حصرمة الطهى	47
4-10	العوامل المضادة للتغذية فى البقوليات	53
10-4-1	مثبطات الإنزيمات المحللة للبروتين	53
10-4-2	حمض الفيتيـــك	57

obeikandl.com

المحتويات	رقم الصفحة
10-4-3 التانينـــات	59
10-4-4 عوامل الإنتفاخ	61
10-4-5 العوامل المساعدة للفافيزم	62
10-4-6 ملبدات الهيـــم	65
10-4-7 مثبطات إنزيمَات الألفا أميلاز	66
10-4-8 الجليكوسيدات السيانوجينية	67
10-4-9 العوامل المضادة للفيتامينات	67
10-4-10 السابونيـــن	68
10-4-11 الجوتيروجينات	69
10-4-12 اللاذاروجينات	70
10-5 تحضير مركزات ومعزولات البروتينات	70
10-5-1 طريقة التقسيم الهوائى لتحضير مركزات البروتين	71
10-5-2 تحضير معزولات البروتين	75
أولا : الترسيب بالأملاح	75
ثانيا : الترسيب عن طريق خفض القوة الأيونيه	77
ثالثا : الترسيب بالحرارة	79
رابعا: الترسيب عند نقطة التعادل الكهربى	79
خامسا: إستخلاص البروتينات فى وجود الإنزيمات المحللة للبروتين	79
سادسا: فصل البروتين بالترشيح فوق العالى	81
سابعا: فصل البروتين بالترشيح الجلّى	81

obeikandi.com

المحتويات		رقم الصفحة
10-5-3	تنقية المعزولات البروتينية	81
10-6	إستخدام البقوليات فى عمل خلطات غذائية جديدة	82
10-6-1	تكنولوجيا التشكيل بالبثق	83
أولا:	دقيق فول الصويا كامل الدهن	85
ثانيا :	البروتينات النباتية مكتسبة القوام	86
ثالثا :	منتجات الأغذية المخلوطة	88
10-7	تخزين البقوليات	89
10-7-1	الخواص الطبيعية	89
10-7-2	التركيب الكيماوى	91
10-7-3	الخواص البيولوجية والفيزيقية	91
	المراجـــــع	98
	ملحق	106

obeikandl.com

obeikandl.com

1-10 مقدمـــــــة

تعتبر البقوليات من المصادر الرئيسية للبروتين الغذائى فى العديد من البلدان ولا سيما تلك التى ترتفع فيها أسعار الأغذية الحيوانية (اللحوم والأسماك والدجاج) ؛ فعلى سبيل المثال يمثل ثمن الكيلوجرام الواحد من اللحم 10/1 متوسط المرتب الشهرى للفرد فى نيجيريا وحوالى 5/1 المرتب الشهرى للفرد فى سيراليون بينما يمثل أجر ساعة واحدة فقط فى الولايات المتحدة الأمريكية . ويتراوح المحتوى البروتينى فى البقوليات من 20 الى 37٪ . ولقد ثبت أن الإنسان الأول منذ زهاء 3200 سنة قبل الميلاد قد تغذى على البقوليات ؛ ويمكن القول بأن إستخدام البقوليات فى تغذية الإنسان كمكون تغذوى رئيسى قد بدأ منذ قرابة الثمانين قرنا ، ومازالت البقوليات حتى الآن تحتل موقعا متميزا فى قائمة غذاء الكثير من الشعوب حتى وأنها تعتبر بمثابة staple food (أى الغذاء الأكثر إستهلاكا بواسطة السواد الأعظم من الناس) فى بعض البلدان ، فعلى سبيل المثال يصل متوسط الإستهلاك اليومى من البقوليات للفرد فى بلد كأوغندا الى نحو من 400 إلى 500 جرام . وهناك ثمة علاقة تربط بين إرتفاع مستوى المعيشة وتراجع إستهلاك البقوليات ، وقد يعزى إحجام شعوب الدول المتقدمة عن إستهلاك البقوليات بصفة أساسية إلى ماتحتويه من عوامل مضادة للتغذية antinutritional factors وبخاصة السكاكر المسببة للإنتفاخ flatulence وإنتاج الغازات فى الأمعاء (من أمثلة هذه السكاكر : الرافينوز raffinose والأستاكيوس stachyose والفرباسكوس verbascose).

وعلى الرغم من أن الأنواع المعروفة من البقوليات يصل عددها الى نحو 13 ألفا إلا أن الأنواع المستخدمة فى تغذية الإنسان تعتبر محدودة العدد . وأكثر البقوليات شيوعا من حيث الإستهلاك كغذاء هى البقوليات المعروفة باسم بقوليات الموسم البارد cool season food legumes وهى تشتمل أساسا على أربعة أنواع رئيسية هى:

- الفول البلدى faba bean واسمه العلمى *Vicia faba* .
- الحمص chickpea واسمه العلمى *Cicer arietinum*
- العدس lentil واسمه العلمى *Lens culinaris*

- البسلة الجافة dry pea واسمها العلمى *Pisum sativum*

ويمكن تقسيم إجمالى إنتاج الأنواع الأربعة سالفة الذكر من البقوليات على مستوى العالم وذلك على النحو التالى :

روسيا ، شرق وغرب أوروبا	٪44
كندا والولايات المتحدة الأمريكية	٪2
الصيـــن	٪13
بلدان البحر المتوسط ، جنوب أوروبا	٪18
غرب آسيا ، المكسيك ، استراليا	٪18
جنوب آسيا	٪20
وسط أفريقيا وأمريكا الجنوبية	٪3

ويوضح الجدول 10-1 متوسط إنتاج كل من المحاصيل البقولية الأربعة سالفة الذكر مقارنة بإنتاج القمح وذلك فى الفترة الزمنية من 1980 وحتى 1990 ، وذلك فى الدول الأعلى من حيث متوسط الإنتاج .

ويوضح الشكل 10-1 صورا فوتوغرافية لأهم ستة وثلاثين نوعا مختلفا من البقوليات المستخدمة كغذاء للإنسان .

obeikandl.com

جدول 10-1 : أعلى متوسطات تجارية لإنتاج المحاصيل البقولية للموسم البارد والقمح (كجم/هكتار) فى الفترة من 1980 حتى 1990 .

الفول البلدى			الحمص			العدس			البسلة			القمح		
البلد	1980	1990	البلد	1980	1990	البلد	1980	1990	البلد	1980	1990	البلد	1980	1990
فرنسا	3.063	3.755	مصر	1.538	1.830	مصر	2.701	2.152	فرنسا	4.284	4.972	أيرلندا	5.316	7.890
ألمانيا	3.224	3.634	أستراليا	-	1.199	فرنسا	2.000	1.358	هولندا	3.726	4.951	هولندا	6.280	7.513
مصر	2.134	2.705	اليونان	1.064	1.157	كندا	0.822	1.356	الدانمارك	3.513	4.501	زيمبابوى	4.780	5.608
السودان	1.820	1.775	المكسيك	1.101	1.068	الولايات المتحدة	1.073	1.135	تركيا	2.155	2.446	مصر	3.192	4.967
المكسيك	1.746	1.309	تركيا	1.149	0.952	اليونان	1.313	1.080	روسيا*	1.040	1.633	الصين	2.047	3.063
الصين*	1.161	1.480	الهند*	0.627	0.707	الهند*	0.438	0.660	الصين*	1.583	1.295	روسيا	1.511	1.978
متوسط العالم	1.163	1.350	متوسط العالم	0.625	0.712	متوسط العالم	0.596	0.677	متوسط العالم	1.140	1.821	متوسط العالم	1.886	2.431

Source : FAO Production Year Book (1990, vol. 44).

* أكبر دول العالم إنتاجا

obeikandl.com

تابع شكل 10 - 1 : صور فوتوغرافية لأهم بذور البقوليات التى يأكلها الإنسان

Source : Bedford (1986)

بيان بأسماء بذور البقوليات الموجودة بالصور الفوتوغرافية شكل 10-1

1	Peanuts	الفول السودانى
2	Chickpeas	الحمص
3	Soyabeans	فول الصويـــا
4	Split Red Lentils	العدس منزوع القشرة (العدس الأصفر)
5	Brown Lentils	العدس البنى (العدس بجبة)
6	Green Lentils	العدس الأخضر
7	Lima Beans	فاصوليا الليما
8	Pea Bean	فاصوليا البيـــى
9	Yellow Eye Beans CV. Steuben	فاصوليا بعين صفراء
10	Canellini Beans	فاصوليا كانيليني
11	Great Northern Beans	فاصوليا الشمال العظيم
12	Dwarf French Bean cv. Lumanel	فول دوارف الفرنسى

obeikandl.com

تابع شكل 10 - 1 : صور فوتوغرافية لأهم بذور البقوليات التى يأكلها الإنسان

Source : Bedford (1986)

13	Pinto	بنتـــــــو
14	Cranberry Beans cv. Taylor Hart	فول كرانبيرى
15	Rose Cocoa Beans	فول الكاكاو الوردى
16	Brown Beans	الفول البنـــى
17	Pink Beans - California Pink	الفول الوردى – وردى كاليفورنيا
18	Small Red Beans	الفول الأحمر الصغير
19	Runner Beans	فول رنـــر
20	California Light Red Kidney Beans	فول كاليفورنيا الكلوى الأحمر الفاتح
21	California Dark Red Kidney Beans	فول كاليفورنيا الكلوى الأحمر الغامق
22	Black Turtle	الترتل الأسود
23	Black Kidney Beans	الفول الكلوى الأسود
24	Flageolet Beans	فول الفلاجيوليت

obeikandl.com

10 - 1 : صور فوتوغرافية لأهم بذور البقوليات التى يأكلها الإنسان

Source : Bedford (1986)

25	Wrinkle Seeded Peas cv. Banff	البسلة المجعـــــدة
26	Round Seeded Pea Alaska	بسلة ألاسكا الملساء
27	Marrowfat cv. Maro	ماروفات
28	White Peas cv. Birte	البسلـــــة البيضاء
29	Coloured Flowered Marrowfat Peas cv. Imposant	بسلة ماروفات ملونة الزهور
30	Yellow Split Peas	البسلة الصفراء منزوعة القشرة
31	Tic Beans	فول تـــــــــك
32	Horse Beans	الفول البلـــــــــدى
33	Broad Beans-White Flowered	الفول البلدى - أبيض الزهـــر
34	Adzuki Beans	فول أدزوكـــــــى
35	Mung Beans	فول المانـــــــــج
36	Black Eyed Peas	اللوبيا بعين سوداء

Source : Bedford (1986).

ويوضح الملحق رقم 1 فى نهاية هذا الكتاب الأسماء العلمية والشائعة لأهم البقوليات التى تستخدم كغذاء للإنسان .

oberkandl.com

وعادة مايستخدم مصطلح pulse crop للبقوليات التى تستهلك على صورة البذور الجافة . ويوجد مصطلحان آخران لوصف البقوليات الجافة هما *Dhal* (دهال) و *Gram* (جرام) ، واللفظة الأخيرة لفظة هندية تستخدم لوصف بعض أنواع البقوليات التى تؤكل فى صورة بذور (pulse) أما لفظة *Dhal* فتعنى ناتج يصنع من البذور منزوعة القصرة لبعض أنواع البقوليات . وبالإضافة إلى البذور الجافة فانه يتم إستهلاك القرون غير الناضجة unripe pods والأوراق بل والجذور فى بعض البلدان النامية وكذا براعم بعض النباتات البقولية .

10-2- تصنيع البقوليات Manufacture of Legumes :

شهد العقد الأخير ظهور العديد من المنتجات المصنعة من البقوليات والتى تختلف فى صفاتها الوظيفية والتغذوية والبيولوجية ، ولا شك أن نجاح مثل هذه المنتجات يعتمد بالدرجة الأولى على فتح أسواق جديدة لها أضف إلى ذلك عامل التوازن بين تكلفة المواد الخام والتصنيع من ناحية والعائد من ناحية أخرى . ولقد حدث تقدم فى إستخدامات التقنيات المختلفة لتصنيع البقوليات على ذات المنوال الذى تم بالنسبة لفول الصويا ـ وذلك عن طريق تصنيعها إلى منتجات غنية فى البروتين وأخرى غنية فى النشا . ولا شك أن المظهر الجذاب يعتبر على رأس أهداف تصنيع البقوليات ، فإزالة القصرة وفصل الفلقات مثلا لاتؤديان فقط إلى زيادة جاذبية البقوليات ولكنهما تقللان من وقت الطهى وتلك التقنيات تم إستخدامها منذ مئات السنين .

وفى الحقبة الأخيرة تنامى إتجاه إقتصادى قوى نحو فتح أسواق لمنتجات جديدة من البقوليات (مثل الناتج المعروف باسم التوفو *Tufu* وهو من المنتجات المتخمرة من فول الصويا وعلى الرغم من أنه قد صنع فى البداية باليابان إلا أنه قد أصبح الآن بمثابة ناتج يستهلك فى العديد من بلاد العالم) . ويتضح هذا الإتجاه جلياً فى كل من اليابان ، تايوان ، تايلاند ، الولايات المتحدة الأمريكية وهى دول تتميز بقوة إقتصادها حيث ترجم الإهتمام بتصنيع البقوليات بتخصيص إستثمارات ضخمة لتصنيع أغذية التسالى snack foods والتى يعتمد كثير منها على البقوليات ؛ وتجد هذه الأغذية حاليا إقبالا متزايدا ولا سيما من الأجيال الأصغر سناً (الأطفال والشباب) والذين تغيرت أنماط إستهلاكهم للغذاء مقارنة بأجيال الآباء والأجداد . ولاشك أن

تطور فن الإعلان المقروء والمسموع والمنظور قد لعب دورًا مؤثرًا فى فتح أسواق جديدة لمثل هذه المنتجات الجديدة ، فعلى سبيل المثال فقد بلغ حجم مبيعات أغذية التسالى نحو 7.8 بليون دولار فى دول السوق الأوربية المشتركة فى عام 1992 . ويعتبر التقدم الذى حدث فى تكنولوجيا التشكيل بالبثق extrusion من العوامل الهامة التى ساعدت على إنتشار أغذية التسالى .

وسنحاول هنا شرح العمليات التصنيعية والتقنيات التى تستخدم فى تصنيع منتجات غذائية مختلفة من البقوليات الشائعة .

10-2-1 الفول البلدى Faba Bean

من أكثر الأطباق المصنعة من الفول البلدى فى مصر وبعض بلدان الشرق الأوسط : **المدمس** (بذور فول مطبوخة على نار هادئة لمدة طويلة قد تصل الى 12 ساعة) ، **الفلافل أو الطعمية** (عجينة من فلقات الفول المنقوعة مع خلطها مع خضروات معينة وبعض التوابل ثم فرمها وتشكيلها على صورة أقراص وتحميرها فى الزيت) ، **البصارة** (فلقات الفول ويتم طبخها مع بعض المكونات الأخرى والتوابل ثم تصب فى أطباق) ، **وشوربة النابت** (يتم غلى بذور الفول المنبتة مع الماء وبعض المكونات الأخرى) . ويوضح الشكل 6-2 طرق إعداد المنتجات سالفة الذكر .

ويعتبر كل من المدمس والفلافل بمثابة staple food (أى غذاء يستهلك بواسطة غالبية الشعب) ، حيث يستهلك هذان الناتجان إما فى صورة أطباق أو شطائر (ساندوتشات) كوجبات رئيسية أو تصبيرة (snack) بين الوجبات . وبالإضافة إلى هذه المنتجات الرئيسية للفول البلدى فى مصر فإن بذوره الخضراء تؤكل (الفول الحراتى) كما أن البذور الجافة تستخدم فى إنتاج نوع من أغذية التسالى يعرف باسم الفول المقيلى (وهو ناتج يصنع من البذور بعد غليها فى الماء ثم تتبيلها) .

شكل 10-2 : طرق تصنيع أهم منتجات الفول البلدى فى مصر

Source : Youssef *et al.* (198)

obeikandi.com

ويبين جدول 10-2 التركيب الكيماوى الإجمالى (التقريبى) لأهم منتجات الفول البلدى المصنعة فى مصر وذلك مقارنة بالبذور الخام الكاملة للفول .

جدول 10-2 : التركيب الكيماوى الإجمالى (التقريبى) لأهم منتجات الفول البلدى فى مصر (٪ على أساس وزن جاف) .

الناتج	الكربوهيدرات	البروتين الخام N x 5.85	النيتروجين اللابروتينى	المستخلص الأثيرى الخام	الرماد	الألياف الخام
البذور الكاملة	54	32	0.5	1.3	3.3	9.5
المدمس	47	28	0.4	13.9	4.5	7.4
الفلافل	32	24	0.4	31.6	4.1	7.9
شوربة النابت	52	28	0.7	10.2	7.9	1.1
البصارة	53	30	0.8	6.0	7.9	2.9

Source : Youssef *et al.*, (1987).

وتحتوى منتجات الفول البلدى الشائعة فى مصر على تركيزات محسوسة من العناصر المعدنية التغذوية كما يتضح من الجدول 10-3 .

جدول 10-3: العناصر المعدنية (ملجم/100 جم) لأهم منتجات الفول البلدى فى مصر .

الناتج	Ca	Cu	Fe	Mg	Mn	P	K	Na	Zn
البذور الكاملة	103	2.6	7.8	208	1.3	383	1640	253	2.7
المدمس	82	2.6	10.1	132	1.5	350	1150	956	2.7
الفلافل	66	1.6	7.0	143	1.0	301	888	1050	1.9
شوربة النابت	80	2.5	7.7	152	1.4	425	1150	2650	2.8
البصارة	84	2.8	9.9	193	1.3	435	1670	1940	1.7

Source : Youssef *et al.* (1987).

ويبين الجدول 10-4 المقياس الكيماوى chemical score والهضمية المعملية *in-vitro* digestibility لبذور الفول الخام وكذا أهم منتجاته الشائعة فى مصر .

جدول 10-4 : المقياس الكيماوى والهضمية المعملية لبذور الفول الخام وأهم منتجاته فى مصر مقارنة ببروتينات البيض الكامل .

الحامض الأمينى EAA	النسبة* A/E					
الأساسى	البيض الكامل	بذور الفول الخام	المدمس	الفلافل	البصارة	شوربة النابت
إيزوليوسين	129	112	100	95	85	103
ليوسين	172	139	121	119	117	120
ليسين	125	148	155	153	173	157
ميثيونين	61	38	21	39	42	34
سستين	46	48	34	43	56	47
الاحماض الكبريتية الكلية	107	42	27	41	48	39
فينيل الانين	114	107	92	101	90	96
التيروسين	81	89	73	82	79	56
ثريونين	99	141	118	116	110	111
تربتوفان	31	130	72	36	108	40
فالين	141	108	97	93	79	83
المقياس الكيماوى	100	38	21	39	42	34
الهضمية المعملية	الكازين					
	99.6	75.9	92.7	85.0	97.2	98.4

* نسبة A/E : ملجم EAA / جم EAA الكلية لنفس المصدر مقارنة ببروتين البيض

Source : Youssef *et al.* (1987).

ويتضح من الجدول 10-4 أن البصارة لها أعلى مقياس كيماوى (42) فى حين أن المدمس أقل قيمة (21) ، أما الهضمية المعملية لشوربة النابت فقد كانت الأعلى تليها البصارة فالمدمس فالفلافل .

وتجدر الإشارة إلى أن زينة وآخرين Ziena, *et al.*, (1991) قد أجروا دراسة على بذور الفول البلدى سهلة التدميس easy-to-cook وأخرى صعبة التدميس hard-to-cook حيث أجريت عملية الطبخ (التدميس) على درجات حرارة متباينة تراوحت من 100 إلى 125°م لفترات زمنية تراوحت من ساعة واحدة إلى إثنتى

عشرة ساعة . وقد أوضحت هذه الدراسة أن المعاملة الحرارية المثلى (من منظور الحفاظ على الأحماض الأمينية الأساسية والتخلص من العوامل المضادة للتغذية) هى الطبخ تحت ضغط عند 125°م لمدة ساعة واحدة للبذور سهلة الطبخ فى حين كانت عند 120°م لمدة ساعتين بالنسبة لبذور الفول صعبة الطبخ .

وننوه إلى أن المدمس على الرغم من كونه طبقا مصريا صميما إلا أنه ينتج الآن فى صورة ناتج معلب فى بلاد مثل إنجلترا والصين وأمريكا ويصدر إلى بلاد الشرق الأوسط .

أما فى الصين حيث توجد أكبر مساحات منزرعة بالفول البلدى فى العالم (مليون هكتار - بإجمالى إنتاج 2 مليون طن ومتوسط إنتاجية 1700 كجم/هكتار) فإن الفول البلدى يمثل أهمية تغذوية للشعب الصينى وذلك لأنه غنى فى البروتين (من 24 إلى 34٪) والأحماض الأمينية . ويتم تصنيع الفول فى عدة أغذية تقليدية تستخدم كـ staple food (غذاء يستهلكه أغلبية الشعب) فى بعض مناطق الصين . من ناحية أخرى فقد إعتاد المزارعون فى شمال غرب الصين ومنذ فترة طويلة على خلط دقيق الفول البلدى بأنواع أخرى من الدقيق كالذرة ، وقد تطورت تقنيات إنتاج الفول بالصين بهدف تحسين الخواص الحسية (اللون ، الرائحة ، الطعم) ومن أهم هذه المنتجات تلك المحمرة والمتخمرة والنشوية :

أولا : المنتجات المحمرة Fried products

تستخدم منتجات الفول المحمرة فى الصين كأغذية شائعة لإضفاء الإنتعاش refreshment ، ويتم تصنيعها بواسطة تقنيات بسيطة حيث يتم إنتاج الفول المملح عن طريق غليه مع محلول ملحى ثم التحمير فى الزيت كذلك توجد منتجات للفول البلدى تعرف باسم fragrant faba bean وتلك يتم إنتاجها عن طريق إضافة أنواع مختلفة من المواد المنكهة ، ومن أشهر هذه المنتجات الناتج المعروف باسم فول أورشيد orchid bean وهو ناتج محمر . ويتم إنتاج معظم هذه المنتجات على نطاق منزلى وكذلك بواسطة مصانع صغيرة . ويتم تصنيع فول أورشيد على النحو التالى :

أ- تطبخ بذور الفول فى الماء المغلى حتى يكون من السهل إختراقها بإبرة رفيعة .

ب- تجفف البذور ويتم عمل شق بكل بذرة رأسيا وأفقيا .

ج- تجفف البذور فى الهواء لإزالة الرطوبة السطحية .

د- تحمر البذور فى الزيت حتى يتحول لون القصرة إلى الأحمر .

هـ- تبرد البذور ويضاف اليها الملح قبل تقديمها للأكل .

أما الفول المتبل spiced faba bean ويعرف فى الصين باسم Wu Xiong Dou فيتم تصنيعه على النحو التالى:

أ- يتم غسل بذور الفول السليمة وتغلى فى الماء .

ب- يضاف الملح وبعض التوابل الصينية وهى :

Chinese pickly ash

Staranise

Aniseed

Cassia bark cinnamon

ج- يتم الطبخ على نار هادئة حتى تحدث طراوة للبذور .

د- ترفع البذور من إناء الطبخ وتجفف فى الهواء .

هـ- يمكن تحمير البذور حتى تنفصل القصرة قليلا ثم يضاف مسحوق العرقسوس licorice powder ويحمر لتجفيف البذور .

ثانيا : المنتجات المتخمرة Brewed products

لصناعة التخمر باع كبير فى الصين ، وقد أدى التطور الذى تحقق فى العلوم والتكنولوجيا إلى تطوير هذه الصناعة . ولأن بذور الفول تعتبر غنية فى محتواها من البروتينات وأحماض أمينية مختلفة فإنها تستخدم كمادة رئيسية لإنتاج أنواع مختلفة من الصلصات sauces المتخمرة والتى يمكن تصنيعها عن طريق خلط الفول البلدى مع الدقيق والملح والماء وذلك باستخدام طرق تصنيعية خاصة . ويتم إنتاج عجائن فول بلدى بنكهات محددة مثل السمسم ، الدجاج ، اللحم ومن أشهر هذه العجائن فى الصين تلك المعروفة باسم huoguo والتى يتم إنتاجها فى محافظات معينة بالصين . وتجد

الإشارة إلى أن الصلصات من المكونات الرئيسية التى تستخدم لإعداد أطباق صينية لذيذة الطعم .

ثالثا : الأغذية النشوية Starch foods

للنشا إستخدامات مختلفة إذ يمكن إستخدامه مباشرة كغذاء أو قد يدخل فى تصنيع أغذية أخرى . ويمكن إستخدام نشا الفول فى إنتاج أنواع من المكرونة المعروفة باسم noodles وكذا فى إنتاج الجلى . ويستخدم نشا الفول فى عديد من المنتجات وهو ذات جودة أعلى من نشويات أخرى . ويمكن أيضا طبخ بذور الفول وهرسها لإنتاج أنواع معينة من الخبز وذلك بعد إضافة الزيت والسكر لها وقشور البرتقال ، وفى بعض الأحيان يتم إضافة السمسم والسكر لإنتاج منتجات حلوة الطعم .

ومنذ أربعة عقود ماضية فقد أصبح الفول البلدى جزءاً هاما من الوجبة اليابانية حيث يتم تصنيع الفول فى صور مختلفة تعد بمثابة مكونات رئيسية أو مكملة فى الوجبة الغذائية ، ومن أمثلة هذه المنتجات خثرة البروتين protein curd والصلصات والعجائن المتخمرة . وفى الوقت الراهن فقد شاع إستخدام الفول البلدى فى اليابان خاصة بالنسبة للشباب حيث تستخدم بعض منتجات الفول كأغذية تسالى snack foods ، وتعتبر مقاطعة كاجاوا - كن Kagawa-ken اليابانية من المناطق المشهورة بإنتاج هذه الأغذية والتى تشمل البذور المحمرة ، بذور مطبوخة ومحمرة مع السمسم والسكر (منتجات حلوة) أو مع الفلفل الأحمر وبعض التوابل (منتجات حريفة)، كذلك يتم إنتاج نوع من الكيك من دقيق الفول البلدى والسكر ويتم تقطيعه الى أشكال مختلفة للإستهلاك .

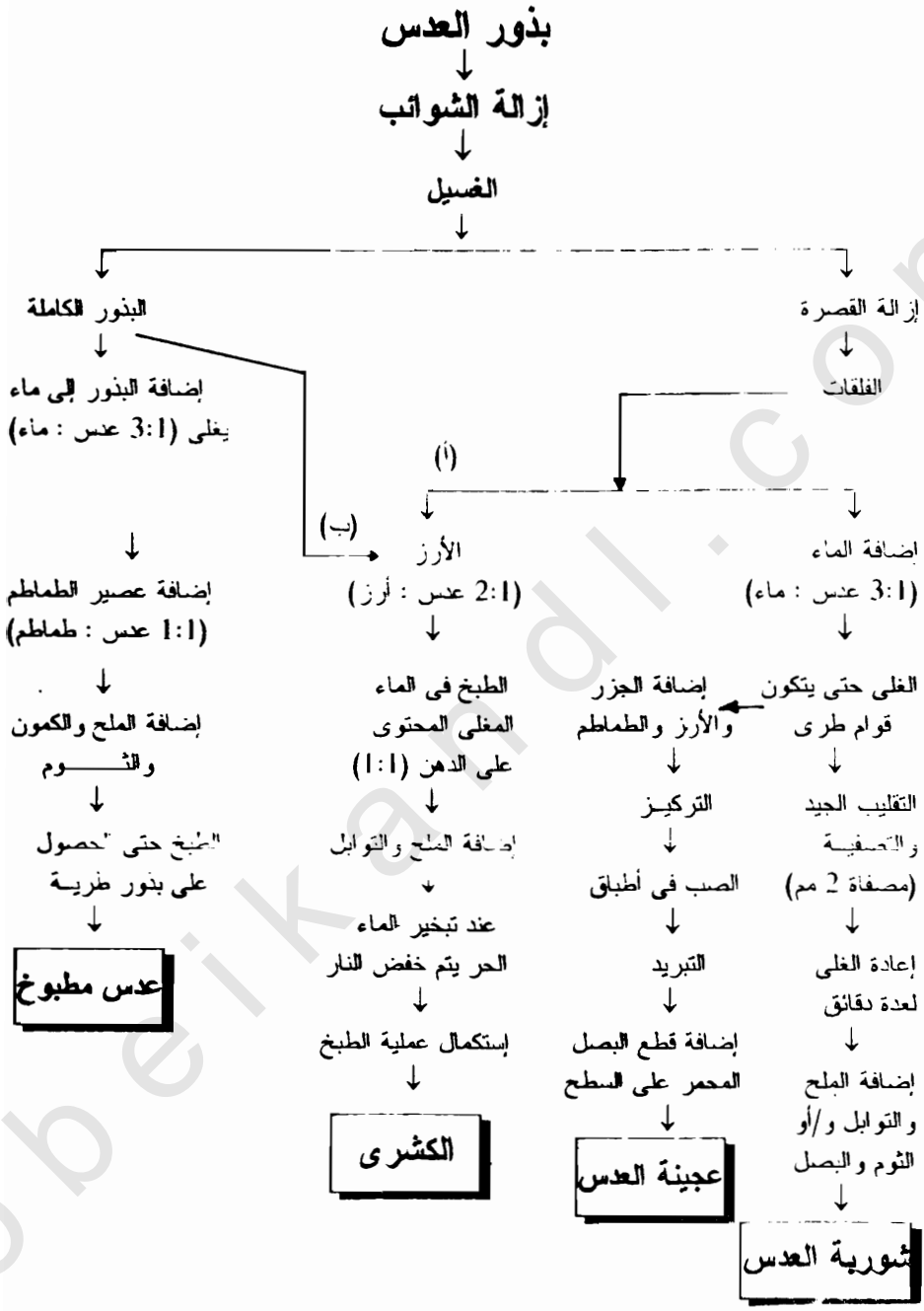
أما فى مقاطعة كويبك Quebec بكندا فإن شوربة الفول البلدى تعتبر ناتجا محليا خاصا وعادة ما يضاف اليها بعض الخضروات والأعشاب herbs .

وبالإضافة إلى الإستخدامات المتعددة التى أسلفنا ذكرها للفول البلدى فإن دقيق الفول يستخدم على نطاق تجارى فى عملية تدعيم fortification دقيق القمح فى فرنسا على وجه الخصوص .

10-2-2 العدس Lentils

يأتى العدس فى المرتبة الثانية لإستهلاك البقوليات فى مصر وكذلك فإنه يستهلك فى بعض دول الشرق الأوسط . وبوجه عام توجد ثلاثة منتجات رئيسية للعدس وهى الشوربة ، العجينة والكشرى (مخلوط من العدس والأرز) . ويتم إنتاج هذه المنتجات على النطاق المنزلى وفى المطاعم التى يرتادها محدودو الدخل ، ويوضح الشكل 10--3 خطوات تصنيع كل من الشوربة ، العجينة ، الكشرى ، بالإضافة إلى البذور الكاملة والتى يتم أيضا طبخها . وتعتبر جودة طهى العدس بمثابة عامل الجودة الرئيسى للبذور المزمع طبخها وقد يضاف الى هذا العامل عوامل أخرى مثل حجم البذرة ، اللون ، التجانس ، غياب البذور المكسورة أو ذات اللون الغامق. من ناحية أخرى فقد تتحدد جودة بذور العدس وفقا لظروف التصنيع ، فعلى سبيل المثال يتطلب مصنعوا العدس فى الولايات المتحدة الأمريكية أن تكون نسبة الرطوبة فى بذور العدس فى المدى من 6.5-11٪ وألا تتعدى نسبة البذور التى بها عيوب أو ذات لون غامق عن 2٪ فى حين يجب أن يكون حجم البذرة فى المدى من 570-640 بذرة لكل أوقية (من 20 إلى 25 بذرة/جرام) . ومن الإختبارات الروتينية التى تجرى على العدس المعلب قياس الـ pH ، اللزوجة ، الخواص العضوية الحسية ، والعد البكتيرى .

ويتم تعليب شوربة العدس وذلك بعد الطبخ حيث تعبأ الشوربة فى علب وتجرى عملية طرد الهواء (الخلخلة exhausting) لمدة 15 ق على 96°م بعدها يتم قفل العلب قفلا مزدوجاً ثم تعقم العلب عند 2 ضغط جوى لمدة 15 ق (تختلف هذه الظروف تبعا لحجم العلبة) . ويمكن تحضير شوربة عدس جاهزة instant عن طريق غلى بذور العدس منزوعة القصرة مع الماء (3:1 عدس : ماء) لنحو 25 ق وفى وجود مكعبات من الجزر وعصير الطماطم ، ويتم التجفيف على مرحلتين الأولى على 200°م لمدة 3 دقائق والثانية على 100°م لمدة 6 ساعات . ويعبأ الناتج فى عبوات من البولى إيثيلين ؛ ولإستهلاك هذا الناتج يجرى عملية إعادة تشرب rehydration فى وزن مماثل من الماء لمدة 6 دقائق .



شكل 10- 3 : خطوات إعداد المنتجات الرئيسية التى يتم تصنيعها من العدس فى مصر (أ - كشرى بالعدس منزوع القصرة ، ب- كشرى بالعدس الكامل) .

obeikandl.com

وتحتوى شوربة العدس على نحو 60٪ ماء ونسبة عالية من البروتين ، غير أن بذور العدس - شأنها فى ذلك شأن بذور البقوليات الأخرى - تفتقر الى الأحماض الأمينية الكبريتية ، ومن ثم فإن خلط الأرز مع العدس (فى ناتج كالكشرى يكون ذا مردود إيجابى من الوجهة التغذوية) حيث أن مثل هذا الخلط يؤدى الى تكامل الأحماض الأمينية الأساسية بدرجة كبيرة (الأرز غنى فى الأحماض الأمينية الكبريتية وفقير فى الحمض الأمينى ليسين على عكس العدس) .

ويعتبر البوتاسيوم والفوسفور بمثابة العناصر المعدنية الرئيسية فى الكشرى. وقد أوضحت البحوث أن نقع بذور العدس قبل الطهى يؤدى الى تقليل محتوى الكشرى من العناصر المعدنية . ويبين الجدول 10-5 التركيب الكيماوى الإجمالى والعناصر المعدنية بالكشرى .

جدول 10-5 : التركيب الكيماوى الإجمالى والعناصر المعدنية بالكشرى (لكل 100 جم جزء مأكول)

المكـــــون	القيمـــــة
الطاقة (كيلوكالورى)	401
البروتين (جم)	16
الدهن الخام (جم)	1
الرماد (جم)	1.2
الألياف الخام (جم)	0.4
الكربوهيدرات (جم)	82
الكالسيوم (ملجم)	1.6
الفوسفور (ملجم)	22
الحديد (ملجم)	0.2
البوتاسيوم (ملجم)	1.7

Source : Shekib (1984).

obeikandl.com

وتجدر الإشارة إلى أنه فى بعض البلدان ـ يتم خلط دقيق العدس مع دقيق الحبوب لتصنيع كيك للأطفال فى حين أنه فى بلد كالهند فإن القرون الصغيرة للعدس تؤكل كاملة .

10-2-3- الفاصوليـــــا Beans

توجد أنواع عديدة من الفاصوليا (أنظر الشكل 10-1) . وفى مصر يتم إستهلاك الفاصوليا (سواء الأنواع الموجودة فى صورة قرون خضراء أو الأنواع الموجودة فى صورة بذور جافة بيضاء) فى صورة مطبوخة مع قطع اللحم وعصير الطماطم .

وتوجد أنواع مختلفة من الفاصوليا أهمها :

فاصوليا الليما	Lima Beans
فاصوليا كانيلينى	Canellini Beans
فاصوليا الشمال العظيم	Great Northern Beans

تزرع الفاصوليا الخضراء فى أوروبا والمناطق معتدلة الحرارة وتسوق إما على الصورة الطازجة أو المجمدة أو المعلبة . وفى الولايات المتحدة الأمريكية فإنه يمكن الحصول على الفاصوليا على مدار العام حيث يتم الحصول عليها خلال الربيع والصيف من الولايات الشمالية فى حين يتم الحصول عليها خلال الخريف والشتاء من الولايات الجنوبية . وتبعا لإحصاءات منظمة الأغذية والزراعة FAO فإن البلاد الرئيسية الستة المنتجة للفاصوليا هى على النحو التالى :

البلـــد	الإنتاج (ألف طن)
تركيـــا	400
الصين	340
إيطاليا	272
إسبانيـــا	245
الولايات المتحدة الأمريكية	130
مصـــــــر	130

obeikandl.com

وفى إنجلترا تتوافر الفاصوليا الطازجة لفترة قصيرة (خلال شهرى أغسطس وسبتمبر) . وتوجد بإنجلترا أنواع مختلفة من الفاصوليا هى :

أ- أصناف طويلة القرون وتستخدم فى التقطيع لإعداد الشرائح . .
ب- أصناف قصيرة القرون وتستخدم فى التعليب بكاملها .
ج- أصناف ذات قرون متوسطة الطول .

ومن الوجهة التغذوية فإن بذور الفاصوليا الجافة تحتوى على 22٪ بروتيناً غير أنها ككل بذور البقوليات الأخرى تفتقر الى الأحماض الأمينية الكبريتية كما أنها تحتوى على المواد المسببة للإنتفاخ flatulence . ويمكن إيجاز طرق تصنيع الفاصوليا على النحو التالى :

أولاً : الفاصوليا الجافة المعلبة Canned dry beans

تتعرض الفاصوليا الجافة ـ شأنها فى ذلك شأن البقوليات الأخرى ـ لظاهرة الحصرمة hard-to-cook وكذا ظهور النكهات غير المرغوبة خلال التخزين . وتتفاقم ظاهرة حصرمة البذور إذا ما كانت الرطوبة النسبية منخفضة جدا . كما أن التخزين فى جو مرتفع الرطوبة يعطى فرصة لنمو الفطريات . يمكن القول أن التخزين تحت ظروف غير موائمة (درجة حرارة عالية ورطوبة نسبية عالية) يؤدى الى حدوث ظاهرة الحصرمة مما يعنى ضرورة طبخ البذور لمدة أطول ، بل وقد لايمكن تطريتها مهما طالت مدة الطبخ . وسنشرح ظاهرة الحصرمة فى البقوليات بوجه عام فيما بعد . ومن العوامل المحددة لجودة طهى الفاصوليا الماء المستخدم فى عملية الطهى إذ يجب أن يكون مناسبا لعملية التصنيع . حيث أن إستخدام ماء شديد اليسر يؤدى إلى حدوث إنفراط splitting البذور ويكون قوامها طريا جدا مع تكوين جل . من ناحية أخرى فإن إستخدام ماء شديد العسر فى عملية طهى الفاصوليا قد يؤدى إلى حصرمة البذور . ويتم تعليب بذور الفاصوليا إما فى الماء أو فى محلول ملحى أو سكرى أو عصير الطماطم كذلك فقد تخلط بذور الفاصوليا مع خضروات أخرى . ومن أهم منتجات الفاصوليا المعلبة نذكر المنتجات التالية :

أ- الفاصوليا فى عصير الطماطم :

يتم تعليب الفاصوليا المعروفة باسم Pea Beans فى عصير الطماطم ، ويعتبر هذا الناتج من الأغذية المعلبة الهامة فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية وانجلترا ففى عام 1984 على سبيل المثال كان حجم إنتاج إنجلترا من الفاصوليا المعلبة نحو 905.396 طنا (الوزن الصافى للناتج المعلب) . ويفضل السوق الإنجليزى الناتج الذى يحتفظ فيه بقوام البذور فى حين يفضل الأمريكيون الناتج فى صورة شبه مهروسة mushy .

ب- الفاصوليا باللحم :

يشيع فى الولايات المتحدة الأمريكية تعليب الفاصوليا مع لحم الخنزير ، يستخدم فى تصنيع هذا الناتج إما :

Pea Beans

Great Northern Beans

ويعتبر قوام الأخيرة أكثر طراوة ولذا فإنها تحتاج الى وقت طهى أقل . وقد يتم تعليب اللحم والفاصوليا فى عصير الطماطم مع إضافة السكر والتوابل . وقد تبين أن الماء المناسب لعملية التعليب يكون ذا قيمة تتراوح من 4 الى 9 وحدة grain*/ جالون (من 68 إلى 154 جزء فى المليون) من كربونات الكالسيوم التى تضفى الصلابة . وتوجد خلطات أخرى لا يستخدم فيها لحم الخنزير إذ يمكن إستخدام لحوم البقر أو السجق عوضا عنه .

ج- منتجات أخرى :

يتم تعليب الفاصوليا الحمراء كلوية الشكل Red kidney Beans إما فى محلول ملحى أو سكرى أو فى عصير طماطم متبل . تبين أن الماء المناسب للتعليب يكون ذا درجة من 5 الى 7 grain/جالون (من 86 الى 120 جزء فى المليون) من كربونات الكالسيوم . كذلك فهناك ناتج معلب يعرف باسم سلطة الأنواع الثلاثة من

---

* الـ grain وحدة وزنية تساوى 0.065 جرام أما الجالون فهو وحدة حجم وتساوى 4.546 لتر .

obeikandl.com

الفاصوليا three bean salad وهى عادة تتكون من الفاصوليا الخضراء وفاصوليا نافى Navy Bean وفاصوليا الليما Lima Beans .

ثانيا : الفاصوليا سريعة الطهى Quick Cooking Beans

يتم إنتاج فاصوليا سريعة الطهى وذلك عن طريق نقع البذور فى الماء بمفرده أو فى وجود مخاليط أملاح معينة مثل كربونات وبيكربونات الصوديوم وثلاثى فوسفات الصوديوم ثم طهيها وتجفيفها (وفى بعض الأحيان يتم التجميد) بعد الطهى ، كذلك فقد يتم غمر البذور فى محلول سكرى فى أثناء الطهى . وبعد إجراء عملية الطهى والتجفيف فإن هذه الفاصوليا سريعة الطهى تحتاج إلى نحو من 10 الى 30 دقيقة من ربة البيت لإتمام عملية الطهى قبل تقديمها للأكل .

ثالثا : الفاصوليا الجافة معادة التحمير Re-fried dry beans

ينتشر هذا الناتج فى الولايات المتحدة الأمريكية وهو ناتج مجمد يستخدم فى وجبات العشاء أمام التليفزيون وهو من المنتجات التى يتم تجميدها لذا يسمى frozen TV dinner ، كذلك فإنه يتم تعليب هذا الناتج . وتتم عملية التصنيع بإجراء طبخ مبدئى pre-cooking مع إضافة الدهن والملح ثم التجميد . ولإعداد هذا الناتج يتم تحميره فى الزيت قبل تناوله .

رابعا : دقيق الفاصوليا Bean flour

يتم طحن بذور الفاصوليا ثم إجراء عملية طهى مبدئى pre-cooking للدقيق حيث يستخدم كمكون رئيسى فى إعداد بعض الشوربات . وتجدر الإشارة إلى أن إغمقاق لون دقيق الفاصوليا يعتبر من المشكلات التكنولوجية لإنتاج مثل هذه الشوربات ولا سيما إذا ما تم إستخدام بذور الفاصوليا السوداء black beans .

خامسا : الفاصوليا الخضراء Green Beans

تعلب القرون الكاملة للفاصوليا غير الناضجة (مثل الفاصوليا الفرنسية French beans والـ Snap beans) ، كذلك فإنها تجمد بطريقة التجميد السريع . وقد بلغ إنتاج بلد كإنجلترا فى عام 1984 من الفاصوليا الخضراء المعلبة نحو 7615 طناً (الوزن الصافى للناتج المعلب) .

obeikandl.com

10-2-4. الحمص Chickpea

يعتبر الحمص من المحاصيل البقولية الهامة والتى تنتشر فى مناطق الشرق الأوسط والشرق الأقصى . وتحتوى قرون الحمص على بذرة أو بذرتين ، ويتفاوت لون البذور الجافة كثيرا من اللون الفاتح الى الداكن كما أن البذور إما أن تكون ملساء أو مجعدة .

وتتدرج أصناف الحمص عامة تحت قسمين أساسيين ويمثل القسم الأول فى مصر الحمص البلدى الذى يتصف بصغر حجم بذوره نسبيا وتفاوت لونها من الأصفر إلى البنى (تسمى أصناف هذا القسم بالهند باسم desi (وهى كلمة هندية تعنى محلى) . ويعتبر التحميص parching بمثابة الطريقة التصنيعية السائدة لأصناف هذا القسم . أما القسم الثانى فيشتمل على الأصناف المعروفة باسم الحمص الشامى وهى ذات بذور كبيرة الحجم نسبيا ومجعدة ولها لون كريمى شاحب ، وتعرف أصناف هذا القسم فى الهند باسم Kabuli نسبة إلى كابول عاصمة أفغانستان والتى إنتقلت هذه الأصناف منها إلى الهند. كذلك فمن الشائع إستخدام أسماء مختلفة للحمص لعل أهمها مايأتى :

Bengal gram; Garbanzo bean; Chickpea; Hommos; Chana, Chola and Pois Chiche.

ويبلغ الإنتاج العالمى من الحمص وفقا لإحصاءات منظمة الأغذية والزراعة FAO لعام 1995 فى حدود 8 مليون طن يمثل إنتاج مصر منها مالايزيد عن 16 الف طن ، وفيما يلى الكميات المنتجة من الحمص فى الدول الخمس الأكبر إنتاجا فى العالم :

البلـــــد	الإنتاج بالألف طن	% من الإنتاج العالمى
الهنـــد	5406	67.44
تركيـا	730	9.11
باكستان	559	6.97
إيران	340	4.24
أستراليا	258	3.22

وتجدر الإشارة إلى أن الحمص يعتبر من البقوليات ذات القيمة التغذوية العالية، ومن ثم فهو يستخدم أساسا كغذاء للإنسان حيث أن استخدامه كعليقة للحيوان يعتبر مقصورا على الأصناف ذات البذور الصغيرة داكنة اللون . ويتميز الحمص بمحتواه المنخفض نسبيا من العوامل المضادة للتغذية Antinutritional factors ، كما أن بذور الحمص تحتوى على كمية متوسطة من البروتين عالى الجودة نسبيا مقارنة بالبقوليات الأخرى . ويعتبر النشا بمثابة المكون الكربوهيدراتى الأساسى فى بذور الحمص ، ولأن الألياف تتركز فى القصرة نجد أن الأصناف صغيرة الحجم تحتوى على كمية أكبر من الألياف مقارنة بنظيرتها ذات البذور كبيرة الحجم .

جدول 10-6- التركيب الكيماوى لبذور الحمص الكاملة ومزالة القصرة (على أساس وزن جاف) .

المكون	بذور كاملة	بذور مزالة القشرة
البروتين الخام (٪)	23.0	25.3
الدهن (٪)	5.3	5.7
النشا* (٪)	47.3	56.0
السكريات الذائبة (٪)	5.8	4.9
الكربوهيدرات الكلية (٪)	63.5	
الرماد (٪)	3.2	2.8
الألياف الخام (٪)	6.3	1.1
الألياف الغذائية (٪)	19.0	11.3
المعادن ملجم/100 جم		
فوسفور	342.9	418.7
كالسيوم	185.6	47.4
ماغنسيوم	141.0	124.8
حديد	6.6	5.6
نحاس	0.96	0.92
زنك	2.95	

Source: Williams and Singh, (1987).

* محسوب بالفرق

ويوضح الجدول 10-6 التركيب الكيماوى لبذور الحمص الكاملة وتلك مزالة القصرة . وقد تبين من عديد من الدراسات حدوث تحسن ملموس فى القيمة التغذوية لبذور الحمص نتيجة للعمليات التصنيعية التى تجرى عليها كالطبخ والإنبات والتحميص والتى كان لها مردودات إيجابية تمثلت فى رفع الهضمية المعملية للبروتين وإنخفاض مستوى العوامل المضادة للتغذية الموجودة طبيعيا ببذور الحمص شأنها فى ذلك شأن باقى البقوليات .

ويستخدم الحمص فى صورة بذور كاملة أو مزالة القصرة أو مطبوخة أو منبتة أو محمصة أضف إلى ذلك إستخدام دقيق الحمص فى إعداد بعض المنتجات وذلك عن طريق خلطه مع مكونات أخرى . ويمكن إلقاء الضوء على طرق تصنيع الحمص على النحو التالى :

أولا : البذور الجافة الكاملة Whole dry seeds

يمكن نقع البذور فى الماء (8-24 ساعة) ثم تطبخ لمدة من ساعة الى ساعتين وتتبل بالملح والتوابل وعصير الليمون ثم تقدم على هذه الحالة أو تهرس مع التوابل وعصير الليمون . ويضاف زيت الزيتون أو زيت السمسم لإنتاج مايعرف بطحينة الحمص *Hummus tahini* (يختلف هذا الناتج عن ناتج آخر يعرف باسم الحمص بالطحينة *Hommos bitehineh* والذى يتطلب بالضرورة إضافة الطحينة أثناء إعداده. كذلك فإنه يمكن نقع بذور الحمص فى الماء لفترة تتراوح بين 4-6 ساعات ثم إجراء عملية الإنبات لمدة 24 ساعة والتى يتم بعدها غلى البذور فى الماء ثم إضافة التوابل قبيل الإستهلاك . من ناحية أخرى يجرى تعليب بذور الحمص الكاملة بعد النقع والغلى فى الماء حيث تعلب فى محلول ملحى أو عصير طماطم . ومن الإستخدامات الشائعة للحمص فى كل من سوريا ولبنان والعراق والأردن إنتاج عجينة الفلافل حيث يستخدم الحمص عوضا عن الفول البلدى ، كذلك فإنه يتم إستخدام الحمص فى تحضير بعض أنواع الشوربات مع اللحم أو الخضروات الأخرى. كما يضاف الحمص المسلوق كأحد المكونات الرئيسية فى إنتاج الكشرى .

وتعتبر عملية التحميص على درجات حرارة عالية من الطرق الهامة والشائعة التى تستخدم فى تصنيع الحمص لإنتاج أغذية التسالى snack foods وتستخدم لهذا الغرض أصناف الحمص البلدى . ويمكن إيجاز طريقة التحميص المتبعة على النحو التالى : يتم تنظيف البذور للتخلص من الشوائب والبذور الغريبة ثم تخلط مع محلول جير مركز (40٪) بنسبة 1:6 بذور إلى محلول جير ، ويترك فى وعاء من الخوص لمدة 24 ساعة بعدها تجرى عملية غربلة للتخلص من الجير الزائد ثم تجرى عملية التحميص بالخلط مع كمية من الرمل النظيف (3:1 بذور: رمل) على درجة حرارة 240°م لمدة 1 إلى 1.5 دقيقة بغية الحصول على بذور ذات قوام هش ولون أصفر ذهبى . وبعد اتمام عملية التحميص يتم فصل البذور عن الرمل بالغربلة. ويمكن تقشير الحمص ثم تغطيته بالسكر أو الشيكولاتة أو قد يستخدم فى تغطية أنواع من الحلوى كما هو الحال بالنسبة لصنف حلوى المولد المعروف بالحمصية . وتجدر الإشارة إلى أن المعاملة الحرارية إذا ماكانت قاسية ومسبوقة بالمعاملة بالجير فأنها تسمى باسم parching والتى تختلف عن المعاملة الحرارية الهينة نسبيا وبدون إستخدام الجير والمعروفه باسم roasting (100-110°م)

ثانيا: البذور الجافة مزالة القصرة Dehulled dry seeds

يطلق على هذه البذور لفظة *dhal* وهى تستخدم فى إعداد بعض المنتجات وذلك بعد خلطها مع خضروات أخرى كما هو الحال فى مصر حيث يضاف الحمص المقشور إلى السبانخ والكوسة أو قد يستخدم فى عمل طحينة الحمص كما سبق ذكره . وفى السودان فإنه يتم طبخ بذور الحمص المقشور مع اللبن والسكر لعمل البليلة (بدلا من القمح الذى يستخدم فى مصر لإنتاج هذا الناتج) . ومن المنتجات الشائعة ذلك الناتج الذى يستخدم كأغذية تسالى ويستخدم فيه الحمص الشامى المقشور بعد نقعه فى الماء وتحميره فى الزيت تحميرا عميقا ثم إضافة الملح والتوابل إليه .

ثالثا : دقيق الحمص Chickpea flour

يعتبر دقيق الحمص أحد المنتجات الهامة حيث يستخدم بكثرة خاصة فى بلد كالهند كمكون رئيسى فى تصنيع أنواع من الحلوى وأغذية التسالى التى يقبل عليها الأطفال . ويمكن إستخدام دقيق الحمص فى إعداد خبز عالى الجودة إذا ماتم خلطه مع

دقيق القمح كذلك فإنه يمكن إستخدام مثل هذا المخلوط فى إنتاج أنواع من الكيك والكوكيز cookies (الكعك الصغير المحلى بالسكر).

وفى شمال افريقيا يعتبر دقيق الحمص بمثابة المكون الأساسى فى عمل الكسكسى بالإضافة إلى إستخدامه فى انتاج العديد من الأغذية المتخمرة فى الهند (*dhokla; khaman; dosa and tempeh*) .

ولإنتاج ناتج مثل الـ *dhokla* فإنه يتم عمل عجينة من دقيق الحمص والماء ويضاف إليه زبد اللبن ويترك المخلوط لمدة 12 ساعة على درجة 32م ثم يضاف بعض التوابل والملح (أو السكر حسب الرغبة) ومسحوق الخبيز ، وتعامل العجينة بالبخار لمدة 10 إلى 15 ق كذلك فإنه يمكن تحضير العجينة بخلط دقيق الحمص مع دقيق الأرز وتترك العجينة طوال الليل لتتخمر ثم تطبخ بالبخار بعد إضافة الملح أو السكر .

رابعا: البذور الخضراء غير مكتملة النضج

Immature green seeds:

تعرف البذور الخضراء غير مكتملة النضج من الحمص (قبل اسبوعين من الوصول الى النضج الكامل) باسم الملانة فى مصر وهى تستخدم للأكل كأغذية تسالى طازجة فى موسم النمو أو قد يتم غلى القرون كاملة فى الماء ثم تؤكل البذور والتى تتسم بالطعم الحلو نظرا لإحتوائها فى هذه المرحلة من النضج على كمية أعلى من السكاكر وكمية أقل من النشا وذلك مقارنة بالبذور تامة النضج .

كذلك فإنه يمكن طهى البذور الخضراء بذات الطريقة التى تطهى بها البسلة الخضراء . ومن الشائع فى مناطق زراعة الحمص قيام المزارعين بتعريض القرون الخضراء للحمص للنار لعدة ثوانى (تسمى هذه العملية باسم تلهيب) ويتم أكل البذور من القرون المشوية .كذلك فأنه يمكن إستخدام القرون الخضراء فى مرحلة مبكرة حيث تطبخ كاملة وهو نفس الحال الذى يتبع مع الأوراق الصغيرة والبراعم والتى يمكن أن تطهى وتؤكل على ذات المنوال بالنسبة للسبانخ .

10-2-5- البســـلة Pea

تسوق البسلة على صورة البذور الخضراء سواء فى الحالة الطازجة أو المجمدة أو المعلبة. وفى إنجلترا تسمى البسلة التى تعلب أو تجمد باسم vining peas، كما أن البسلة المعلبة تسوق تحت اسم بسلة الحديقة garden peas . أما بالنسبة لأنواع البسلة السكرية فعادة ما تؤكل قرونها غير الناضجة . وبالنسبة للبذور الجافة الناضجة فإنها تؤكل أو تنزع قصرتها أو تطحن كدقيق كما هو الحال فى الهند . وفى البلاد الغربية عادة ما يتم إجراء إعادة تشرب reconstitution للبذور الجافة ثم تعليبها . كذلك فإنه يمكن تحميص البذور الجافة ثم تشكيلها من خلال عملية puffing كغذاء تسالى snack ، وتجدر الإشارة إلى أن كلا من اليابان وتايوان تستوردان بذور البسلة الجافة من إنجلترا لهذا الغرض .

ويتم إستخدام أوراق نبات البسلة كعشب فى بورما وكذا بعض بلدان أفريقيا . وتجدر الإشارة إلى أن البسلة الطازجة تعتبر محصولا مهما بالنسبة لكل من صناعتى التعليب والتجميد وذلك فى الولايات المتحدة الأمريكية وانجلترا وغيرهما من البلدان الأخرى .

وتعتبر درجة نضج البسلة من معايير الجودة الرئيسية لها ، وتلك يمكن قياسها إما بأجهزة قياس القوام مثل جهاز قياس الطراوة Tenderometer أو جهاز قياس الإختراق Penetrometer أو الإنسترون Instron . كذلك فإنه يمكن تقدير المواد الصلبة غير الذائبة فى الكحول alcohol insoluble solids (AIS) كمؤشر للقوام . وفى مصر وبعض دول الشرق الأوسط تؤكل البسلة إما مسلوقة مع بعض الخضروات (خضار سوتيه) أو تطبخ مع عصير الطماطم وقطع اللحم البقرى .

10-2-6- اللوبيـــا Cowpea (*Vigna unguiculata*)

تعتبر اللوبيا من البقوليات الهامة التى يشيع استخدامها فى صورة البذور الجافة أو كقرون خضراء كاملة يتم طهيها فى بعض المناطق ، ففى مصر يتم طهى بذور اللوبيا مع عصير الطماطم وقطع اللحم بطريقة تماثل تلك المستخدمة فى طهى الفاصوليا ولعل الناتج المعروف باسم أكارا *Akara* يعتبر بمثابة أهم المنتجات التى

تصنع من اللوبيا فى مناطق غرب أفريقيا وتعتبر العجينة المصنعة من بذور اللوبيا منزوعة القصرة والمنقوعة بمثابة المكون الأساسى لإعداد أطباق من الأكارا (ناتج يتم تحميره تحميرا عميقا) أو الناتج المعروف باسم *Moin moin* والذى يتم إنتاجه عن طريق المعاملة بالبخار steaming ، كذلك فأنه من الممكن إستخدام الأكارا فى الصورة الطازجة أو المجمدة كغذاء تسالى . ويمكن إنتاج العجينة عن طريق طحن البذور الجافة الكاملة دونما إجراء عملية نزع القصرة مع إجراء عملية النقع كما أشرنا. وعادة يتم إستخدام نحو 220 جرام من اللوبيا التى سبق نقعها فى الماء لمدة 30 ق ثم التصفية والخلط مع 158 مل من الماء لإعدادها فى صورة عجينة يتم تشكيلها وتحميرها فى الزيت (ناتج يشبه الفلافل) .

كذلك فهناك تقنيات يستخدم فيها التخمير الطبيعى natural fermentation وذلك لرفع القيمة التغذوية لبذور اللوبيا بالإضافة إلى تحسين صفاتها الوظيفية . ويمكن إجراء عملية التخمير لمخاليط أنواع مختلفة من الدقيق composite flour تشتمل على دقيق اللوبيا ، وقد تبين أن عملية التخمير تحسن من القيمة التغذوبة للوبيا . وهناك دراسات كثيرة تعنى بالظروف التصنيعية التى تؤثر على جودة الأكارا كما أن هناك محاولات لنشر هذا الناتج الافريقى فى بلدان أوروبا أسوة بما حدث للناتج اليابانى المعروف باسم *Tufo* وهو ناتج متخمر من منتجات فول الصويا ذاع استخدامه حتى وأنه يتم تقديمه ضمن وجبات المسافرين على الطائرات فى الرحلات الدولية .

10-2-7 - الترمس Lupin (*Lupinus albus* L.) (*Lupins termis* L.)

بذور الترمس غنية بالبروتين وتستخدم كأغذية تسالى snack فى مصر وبعض البلدان الآفريقية وفى الشرق الأوسط وأمريكا الجنوبية ، أضف إلى ذلك إستخدام الترمس كمحصول زيتى فى بعض مناطق أمريكا الجنوبية . من ناحية أخرى فأنه يتم استخدام دقيق الترمس كمادة مدعمة fortifier للخبز ومنتجات الخبيز ، كما أن الدقيق يستخدم فى تحضير معزولات البروتين protein isolate . وتوجد أنواع حلوة sweet من الترمس كما توجد أنواع مرة bitter منه . وتتأتى مرارة الأخيرة

من احتوائها على القلويدات Alkaloids . والأصناف الحلوة تكون أكثر عرضة للإصابة الحشرية أثناء التخزين والتداول مقارنة بالأصناف المرة .

وفى مصر ودول الشرق غالبا ماتزرع الأصناف المرة وتلك يتم إعداد بذورها للإستهلاك الآدمى بعدة طرق تهدف جميعها إلى إزالة القلويدات المسئولة عن الطعم المر . وتعتبر الخطوة الأولى فى عملية إزالة المرارة debittering هى عملية التنظيف وإزالة الشوائب ثم نقع البذور فى الماء (5:1 بذور : ماء) لنحو خمس ساعات ، وتكررهذه العملية إما تحت ماء جار أو باستخدام ماء جديد فى كل مرة . وفى نهاية هذه العملية يزداد حجم البذور كما تزداد طراوتها . ويعقب ذلك إجراء عملية غلى للبذور لمدة 30 دقيقة فى ماء جديد لمنع الإنبات ثم تغسل البذور بالماء وتنقع فى ماء جار لمدة يومين على الأقل ، ويمكن إجراء عملية النقع هذه فى الماء مع تغيير ماء النقع كل فترة". وتؤدى عملية إزالة المرارة إلى التخلص التام تقريبا من القلويدات وهى المركبات المسئولة عن المرارة (جدول 10-7). وكما يتضح من الجدول فإن التركيب الكيماوى للبذور يتأثر إلى حد ما باجراء عملية إزالة المرارة . كذلك فقد تبين إن عملية إزالة المرارة تؤدى إلى نقص ملموس فى بعض الأحماض الأمينية وذلك لحدوث عملية إرتشاح leaching out لبعض البروتينات الذائبة فى الماء .

جدول 10-7 : التركيب الكيماوى الاجمالى لبذور الترمس الخام والبذور مزالة المرارة (جم /100 جرام وزن جاف) .

المكـــــــون	البذور الخام	البذور مزالة المرارة
السعرات (Kcal)	403.3	425.3
البروتين الخـــام	38.3	39.9
الدهن الخـــام	11.5	13.5
الكربوهيـــدرات	32.5	30.0
القلويـــــدات	1.5	0.01
الرمـــــاد	3.4	1.7
الرطوبـــــة	10.2	20.5

Source : Mohammed (1984).

10-2-8 الحلبـــة Fenugreek (*Trigonellafoenum graecum* L.)

تستهلك بذور الحلبة فى مصر والعديد من دول الشرق الأوسط والدول العربية؛ ومن الإستخدامات الشائعة إعداد مشروب ساخن مع العسل الأسود treacle والذى يتم تناوله فى فصل الشتاء . كذلك تجرى عملية إنبات لبذور الحلبة وتؤكل كغذاء تسالى snack ، ويوضح الجدول 10-3 التركيب الكيماوى الإجمالى والقيمة التغذوية لبذور الحلبة الجافة والبذور المنبتة .

جدول 10-8 التركيب الكيماوى الإجمالى والقيمة التغذوية لبذور الحلبة الجافة والبذور المنبتة (جم/100 جم وزن جاف) .

المكـــــــون	البذور الجافة	البذور المنبتة لمدة ثلاثة أيام
الطاقة (كيلوكالورى/100 جم)	400.0	378.0
الرطوبـة ٪	11.1	66.1
البروتين الخام ٪	33.8	35.1
الليبيدات ٪	7.5	4.7
السكاكر الذائبة	8.7	6.4
الكربوهيدرات	40.6	42.5
(بخلاف السكاكر الذائبة ٪)		
الألياف الخام ٪	5.8	8.3
الرمـــاد ٪	3.5	3.0
العناصر المعدنية (ملجم/100جم)		
الصوديوم	130.0	218.0
البوتاسيوم	32.3	18.9
الكالسيوم	186.0	158.0
الماغنسيوم	152.0	140.0
الفوسفور	348.0	402.0
الزنـــك	4.1	5.0
النحـــاس	2.9	2.2
الحديـــد	21.6	17.8

Source : El-Mahdy and El-Sebaiy (1983).

obeikandl.com

وللجزء الورقى من النبات الأخضر طعم مميز ويقبل على إستهلاكه الأطفال . أما دقيق الحلبة فإنه يستخدم مع مواد أخرى لإعداد مساحيق التوابل وكذا كأحد المكونات المستخدمة فى الخلطة التى يغطى بها اللحم عند تصنيع البسطرمة ، كما يستخدم دقيق الحلبة كمادة مالئة فى إنتاج بعض أنواع السجق ، ويضاف دقيق الحلبة إلى دقيق القمح أو الذرة لإعداد نوع من الخبز المعروف فى بعض مناطق ريف مصر، ويستخدم مسحوق الحلبة فى إعداد خلطات لأغذية الأطفال . ويستخدم دقيق الحلبة مع العسل الأسود والفول السودانى فى إنتاج نوع من الحلوى على النطاق المنزلى يعرف باسم (الحلبة المعقودة) وهو ناتج يشيع إعداده واستهلاكه فى المناطق الريفية والشعبية فى مصر فى فصل الشتاء.

ويتبين من الجدول 10-8 أن عملية إنبات بذور الحلبة تؤدى الى زيادة محتواها الرطوبى مع حدوث نقص طفيف فى محتواها من كل من الليبيدات والسكاكر الذائبة .

10-2-9- فول المانج Mung Bean (*Vigna radiata* L.)

يوجد نحو 2000 طراز من فول المانج ؛ والقرون إما مستقيمة أو منحنية ويتراوح طول القرن من 50 الى 100 مم وعرضه من 4 الى 6 مم ويحتوى القرن الواحد على عدد يتراوح من 10 الى 20 بذرة . وغالبا يكون لون البذرة أخضر ولكن من الممكن أن يكون أصفر أو بنيا أو رماديا .

وفى جنوب شرق آسيا تستخدم البذور الكاملة لفول المانج وذلك عن طريق غليها أو تحميرها أو إدخالها ضمن مكونات الأطباق الحريفة. كذلك فإنه يتم إزالة القصرة إما بالطرق الرطبة أو الجافة غير أن عملية إزالة القصرة تعتبر من العمليات الصعبة وذلك بسبب صغر حجم البذرة ، وفى الآونة الأخيرة تم إبتكار ماكينات جديدة فى الهند لإزالة القصرة من فول المانج .

وتعتبر بذور فول المانج المنبتة من المنتجات شائعة الإستهلاك فى كل من الصين والولايات المتحدة الأمريكية وانجلترا ودول شرق أفريقيا . ويتم إعداد هذه البذور عن طريق نقعها فى الماء لمدة ليلة على درجة حرارة الغرفة (أو لمدة أربع ساعات على 32°م) بعدها يتم فرد البذور على صوانى مصنوعة من الخشب أو البورسلين على درجة حرارة 24°م مع تغطيتها بطبقة رقيقة من الشاش ورشها برذاذ ماء من وقت الى آخر (كل أربع ساعات) وذلك للحفاظ على مستوى رطوبة نسبية

يتراوح من 60 إلى 80٪ ؛ وبعد فترة تتراوح من أربعة إلى خمسة أيام يصل طول الجذير إلى 30-40 مم فتغسل البذور وتؤكل . والكيلوجرام الواحد من البذور الجافة يعطى كمية من البذور المنبتة sprouted beans تتراوح من 6 إلى 8 كيلوجرام .

وتجدر الإشارة إلى وجود محاولات عديدة فى الآونة الأخيرة لإدخال زراعة فول المانج فى مصر كبديل جزئى للفول البلدى .

10-2-10- فول الصويا Soybean (*Glycine max* L.)

يعتبر فول الصويا من أكثر المحاصيل البقولية قيمة فى العالم ، كما أنه يعد من أهم المحاصيل الزيتية حيث يستخدم كمصدر للبروتين والزيت بالإضافة إلى إستخدامه كغذاء حيوانى مرتفع القيمة التغذوية فهو مصدر جيد للطاقة والفيتامينات والمعادن ولذا أصبحت الإستفادة من بروتينات الصويا الآن لاتقل أهمية عن كونه مصدرا جيدا للزيت . ويبلغ الإنتاج العالمى من فول الصويا وفقا لإحصاءات منظمة الأغذية والزراعة FAO لعام 1995 فى حدود 126 مليون طن ولا تعتبر مصر من الدول المنتجة لفول الصويا حيث لايتعدى إنتاجها 70 ألف طن ، وفيما يلى الكميات المنتجة من فول الصويا فى الدول الخمس الأكبر إنتاجا فى العالم

الدولـــــــــة	الإنتاج بالمليون طن	٪ من الإنتاج العالمى
1- الولايات المتحدة الأمريكية	58.6	46.51
2- البرازيل	25.6	20.31
3- الصيـــن	13.5	10.73
4- الأرجنتين	12.1	9.60
5- الهنـــــد	4.6	3.65

والجدير بالذكر أن الولايات المتحدة الأمريكية تعد أهم الدول المنتجة لفول الصويا والمصنعة للعديد من منتجات بروتينات الصويا غير أن الكمية المستخدمة كغذاء للإنسان لاتتعدى 5٪ من الإنتاج الكلى لفول الصويا بالولايات المتحدة الأمريكية. ويوضح جدول 10-9 التركيب الكيماوى الإجمالى (التقريبى) والفيتامينات والمعادن لفول الصويا ودقيقه منزوع الدهن وكذا مركزات ومعزولات بروتيناته ومنه يتبين أن دقيق فول الصويا منزوع الدهن غنى بالبروتين حيث تصل نسبته الى حوالى 47٪ ، وتصل هذه القيمة إلى الضعف فى معزول بروتينات الصويا الذى يحضر بالترسيب بالحامض عند نقطة التعادل الكهربى . وفول الصويا - مثله فى ذلك مثل

البقوليات الأخرى ـ يعد مصدرا جيدا الثيامين والريبوفلافين والنياسين والكالسيوم والماغنسيوم .

جدول 10-9 التركيب الكيماوى الإجمالى (التقريبى) ومحتوى الفيتامينات والمعادن لبذور فول الصويا ودقيقه منزوع الدهن ومركزات ومعزولات بروتيناته .

المكـــــون	فول الصويا الخام	الدقيق منزوع الدهن	مركز بروتين	معزول بروتين
الطاقة (100/Kcal جم)	416.0	329.0	332.0	338
الرطوبـــــة ٪	8.54	7.25	5.80	4.98
البروتين الخام ٪	36.49	47.01	58.13	80.69
الدهن الخام ٪	19.94	1.22	0.46	3.39
الكربوهيدرات ٪	30.16	38.37	31.21	0.36
الألياف الخام ٪	4.96	4.27	3.77	0.26
الرمـــــاد ٪	4.87	6.15	4.70	3.58
ثيامين ملجم/100 جم	0.87	0.70	0.31	0.17
ريبوفلافين ملجم/100 جم	0.87	0.25	0.14	0.10
نياسيـــن ملجم/100 جم	1.62	2.61	0.71	1.43
حمض الفوليك ملجم/100 جم	375.1	305.4	340.0	176.1
كالسيوم ملجم/100 جم	277.0	241.0	363.0	178.0
حديـــــد ملجم/100 جم	15.7	9.24	10.78	14.58
ماغنسيوم ملجم/100 جم	280.0	290.0	315.0	39.0
فوسفور ملجم/100 جم	704.0	674.0	839.0	776.0
نحـــاس ملجم/100 جم	1.65	4.06	0.97	1.60
زنـــــك ملجم/100 جم	4.89	2.46	4.40	4.03

Source : Nwokolo (1996).

ويوضح جدول 10-10 نسب الأحماض الأمينية الضرورية لبروتينات فول الصويا مقارنة بالنسب المقررة من منظمة الأغذية والزراعة FAO . وجدير بالذكر أن الهضمية المعملية *In vitro* digestibility لبروتينات فول الصويا تتراوح مابين 76-87٪ بينما تتراوح القيمة الحيوية biological value مابين 64-80٪ .

oberkandl.com

جدول 10-10. نسب الأحماض الأمينية الضرورية لبروتينات فول الصويا (جم/100 جم بروتين) .

الحامض الأميني	فول الصويا	نموذج الـ FAO
ليسين	6.3	4.2
ثريونين	4.1	2.8
فالين	4.7	4.2
ليوسين	7.1	4.8
أيزوليوسين	4.3	4.2
ميثيونين	1.2	2.2
تربتوفان	1.2	1.4
فينايل ألانين	4.9	2.8
أرجنين	6.7	-
هستدين	3.3	-

Source : Gupta (1983).

ويمكن القول بأن تقبل بروتينات فول الصويا ومنتجاته يرتبط إرتباطاً مباشراً بالعادات الغذائية وخصائص الأطباق التقليدية الشائعة فى كل منطقة . ومن أهم العوامل المحددة لاستهلاك بروتينات الصويا هو وجود النكهة غير المرغوبة off-flavour فضلا عن عدم وجود نكهة جذابة . ولا شك أن التخلص من مثل هذه النكهات غير المرغوبة بالمذيبات يكون مكلفاً ناهيك عن خطورة متبقيات هذه المذيبات على صحة الإنسان. من ناحية أخرى فإن إضافة بعض المركبات التى تضفى نكهة جذابة قيد الدراسة والتطوير .

كذلك فإن وجود سكاكر معينة بفول الصويا ومنتجاته تسبب تكون غازات فى الأمعاء (flatulence) وتلك تعد من أهم المعوقات التى تحد من إستهلاك فول الصويا ومنتجاته ولاسيما فى الدول المتقدمة . أضف إلى ذلك تلك التشريعات التى تسنها بعض الدول بهدف ترشيد أسعار المنتجات الغذائية بها وكذا الحيلولة دون حدوث تغيرات دراماتيكية فى الأنماط الإستهلاكية لشعوبها ويتضح ذلك جليا فى حالة منتجات اللحوم التى يضاف اليها فول الصويا إذ يسمح بوجود نسبة قصوى من فول الصويا فى هذه المنتجات وإلا أعتبرت منتجات لاتندرج تحت أسمائها الأصلية . غير أن الصورة مختلفة فى الدول المتقدمة وذلك لوجود منظومة بين علم الإجتماع وخبرات التسويق

وعلوم الأغذية يمكن من خلالها التغلب على مثل هذه المشكلات واستحداث تقنيات يمكن إستخدامها فى إنتاج منتجات جديدة مثل تكنولوجيا التشكيل بالبثق (extrusion).

وبصفة عامة نجد أن بروتينات فول الصويا قد لعبت وما زالت تلعب دوراً هاماً ومتنامياً فى تغذية الإنسان خلال العقدين الأخيرين فى مختلف بلدان العالم، وقد ساعد فى ذلك وجود تقنيات جديدة لتحضير مركزات ومعزولات بروتينات الصويا ذات القوام المحور وهى تستخدم فى تصنيع العديد من المنتجات الغذائية .

أما بالنسبة للإستفادة من فول الصويا ومنتجاته فيمكن إيجازها فيما يلى:

أولا : بذور فول الصويا (الكاملة ومنزوعة القصرة) :

تفصص البذور الخضراء غير الناضجة من قرونها وتطهى (كما فى البسلة والفول الأخضر) ، كذلك فإنه يمكن طهى القرون الخضراء كاملة ثم تفصص قبل تناولها ، أما البذور الجافة فتستخدم كاملة أو فى صورة فلقات (بذور منزوعة القصرة) فى إعداد منتجات غذائية متباينة . كذلك فإنه يمكن إجراء عملية تحميص للبذور متبوعة بعملية تغطية بالشيكولاته . ومن ناحية أخرى فقد يتم نقع البذور الكاملة فى الماء ثم التحمير العميق فى الزيت والتتبيل بالملح والتوابل ويمكن إجراء إنبات للبذور لنحو أسبوع وتقدم طازجة دون طهى أو قد يجرى طهيها بعد الإنبات كما فى حالة الفول النابت . ويعتبر الناتج الأخير أحد الأطباق الشائعة فى جنوب شرق آسيا وتجدر الإشارة الى أن بذور فول الصويا المحمصة تستخدم فى عملية إستبدال جزئى للبن فى إنتاج القهوة ببعض الدول . أما فى دول الشرق الأقصى بصفة خاصة فيصنع من بذور فول الصويا العديد من الأغذية المتخمرة التقليدية منها *tempeh* ; *natto* ; *tofu* ; *kinako* ; *yubo* ; *miso* . وفيما يلى طرق تصنيع المنتجات الثلاثة الأولى سالفة الذكر .

أ- الميزو *Miso* :

يصنع من فول الصويا مع الأرز عن طريق جرش بذور فول الصويا ثم نقعها فى الماء لمدة 2.5 ساعة المتبوع بالطهى بالبخار ثم يجرى الخلط مع حبوب الأرز التى سبق نقعها وطهيها بالبخار وأجرى لها تلقيح بواسطة فطر *Aspergillus oryza* ثم يتم تحضين المخلوط للتخمر لمدة طويلة (28°م لمدة 7 أيام ثم 35°م لمدة شهرين) والمنتج النهائى يكون على صورة عجينة لها لون أصفر فاتح أو بنى مائل للحمرة .

ب- التمبـــا *Tempeh* :

وهذه تحضر من البذور الكاملة أو الفلقات بعد النقع والطهى فى الماء المتبوع بالتخمر بواسطة فطر *Rhizopus oligosporus* لمدة قصيرة (24 ساعة) والناتج

عبارة عن قطع طرية من البذور المرتبطة مع بعضها بواسطة هيفات الفطر وتقدم كطبق أساسى له رائحة الخميرة .

ج- الناتو *Natto* :

وفيه تستخدم بكتيريا (*Bacillus substilis* (*B. natto*) عوضا عن الفطريات التى يتم إستخدامها فى المنتجات الأخرى لفول الصويا وتتلخص طريقة إعداد هذا الناتج فى نقع بذور فول الصويا الكاملة فى الماء ثم طهيها بالبخار وتلقح بالبكتيريا سالفة الذكر ثم تلف فى رقائق من الورق وتلك تعبأ فى عبوات بلاستيكية ويتم التحضين لمدة 20 ساعة على درجة حرارة 40°م ترتبط خلالها بذور فول الصويا ببعضها وتكسوها أيضا مادة لزجة تنتجها البكتيريا وتعد درجة اللزوجة مقياسا لجودة هذا المنتج والذى يتميز بنكهته القوية ، وعادة ما يؤكل مع الأرز المطبوخ أو قد يحمر فى الزيت .

ثانيـــا : لبن الصويا Soymilk

حظى لبن الصويا باهتمام كبير سواءً من الناحية التصنيعية أو القيمة التغذوية أو درجة تقبل المستهلك . ويستخدم هذا الناتج وبخاصة فى المملكة المتحدة كبديل للبن الحيوانى وهو فى هذا الصدد بديل مهم ولا سيما بالنسبة للأشخاص الذين يعانون من مشاكل فى هضم اللبن الحيوانى . ويتميز لبن الصويا المنتج فى الشرق الأقصى بأن نكهته تتسم بنكهة البقول beany flavour لذا فهناك بحوث كثيرة تهدف إلى زيادة تقبل هذا الناتج عن طريق التخلص من هذه النكهة . وقد يكون من الأوفق خلط لبن الصويا مع اللبن الحيوانى حيث يتم المحافظة على مستوى الجودة والتقبل العام للناتج.

ويوضح الشكل 10-4 خطوات تصنيع لبن الصويا ، وننوه إلى أن بذور فول الصويا التى تستخدم فى الإنتاج يجب أن تكون نظيفة خالية من الشوائب والبذور الغريبة كما يجب أن تكون من إنتاج نفس العام أو أن تكون قد خزنت تحت ظروف صحيحة من الرطوبة ودرجة الحرارة وذلك للحيلولة دون إصابتها بالحشرات و/أو حدوث تغيرات كيماوية ولا سيما تلك الناتجة عن نشاط إنزيمات الأكسدة والتحلل للزيت والتى تؤدى إلى ظهور نكهات غير مرغوبة يصعب التخلص منها بعد ذلك. وقد تبين أن عملية الطبخ فى محلول بيكربونات صوديوم تساعد الى حد كبير فى تحسين اللون كما أن النقع فى محلول بيكربونات صوديوم قبل الطبخ يقلل من الزمن اللازم للطبخ (ولكن يجب أن نأخذ فى الإعتبار التأثير السلبى للقلويات على فيتامينات ب المركبة) . من ناحية أخرى فإن المعاملة الأخيرة تساعد على هدم مثبطات إنزيم التربسين غير أنه قد لوحظ تكون رائحة غير مقبولة نتيجة لحدوث بعض التخمرات البسيطة خلال عملية النقع ، ولذا فإنه يفضل فى بعض الأحيان إجراء الطبخ ثم النقع

فول الصويـــا

↓

غسيـل

↓

طبخ فى محلول بيكربونات صوديوم 0.025٪ لمدة 30 ق
(1 بذور : 5 ماء)

↓

نقع فى ماء بنسبة 1 : 2
(بذور : ماء) لمدة 18 ساعة

↓

القشور ← تقشيـــــر

↓

الفلقـــات

↓

خلط (طحن رطب) مع ماء دافىء على درجة 40-50°م
بنسبة 1 : 3 (بذور : ماء) وبحيث تصل
نسبة المواد الصلبة الى حوالى 10٪

↓

تجنيس جيد أو تعريض للموجات فوق الصوتية

↓

طرد مركزى 3000 لفة/ق لمدة 5 دقائق

الراسب (أوكارا Okara) ← أو الترشيـــــح

↓

المترشح (الرائق)

↓

تعقيم على درجة 121°م/15 ق

↓

لبن الصويـــا

شكل 10 - 4 : الخطوات الأساسية لتصنيع لبن الصويـــا

Source : Salem (1984).

obeikandl.com

والتقشير . اما عن كمية الماء اللازمة لعملية النقع فقد أشارت بعض الدراسات إلى أن قيم معامل التشرب hydration coefficient المثلى هى 129٪ للبذور الكاملة، 117٪ للفلقات وتبين أن زيادة مدة النقع فوق تلك القيم تؤدى إلى فقد فى المواد الصلبة الذائبة فى ماء النقع ، أما بالنسبة لزمن النقع الأمثل فهو 10 ، 12 ، 14 ساعة عند درجات الحرارة 30، 25، 20°م على الترتيب. ويوضح الجدول 10-11 بعض الخصائص الفيزيقية والكيماوية للبن فول الصويا .

جدول 10-11: بعض الخصائص الفيزيقية والكيماوية للبن فول الصويا.

الصفة	القيمة (المدى)
التصافى (مل لبن/100 جم صويا)	802.5 - 725
المواد الصلبة الكلية ٪	6.48 - 5.78
البروتين الخام ٪	3.45 - 2.81
الدهن الخام ٪	1.65 - 1.42
الكالسيوم ملجم/100 جم	27.12 - 20.34
الفوسفور ملجم/100 جم	40.19 - 30.81
الحديد ملجم/100 جم	0.90 - 0.67
الحموضة التتقيطية ٪	0.157 - 0.121
رقم الحموضة pH	6.77 - 6.29
اللزوجة (سنتى بواز)	5.2 - 3.8
الكثافة النوعية	1.030 - 1.024

Source : Saxena and Singh (1997).

ويمكن تحضير لبن الصويا فى صورة جافة على غرار مسحوق اللبن الحيوانى وذلك عن طريق استخدام التجفيف بالرزاز spray drying ، وتجدر الإشارة إلى أن هذا الناتج يلقى قبولا خاصة فى الدول النامية وذلك نظراً لإمكانية حفظه لمدة طويلة بالإضافة إلى إنخفاض تكاليف النقل . ويمكن أيضاً تحضير لبن الصويا فى صورة مركزة (20-30٪ مواد صلبة) وذلك باستخدام بذور فول صويا منبتة بغرض تحسين القيمة التغذوية للناتج . وتوجد الآن خطوط إنتاج كاملة لإنتاج لبن الصويا بحيث يضمن إستخدامها سلامة الناتج بالإضافة الى تجانس صفاته وخصائصه المختلفة.

وجدير بالذكر أن المتبقى من بذور فول الصويا بعد استخدامها فى إنتاج لبن الصويا يعرف باسم أوكارا okara وكان الى فترة قريبة يستخدم كعلف حيوانى غير أن إرتفاع محتواه من البروتين قد نبه الباحثين إلى محاولة إستخدامه فى تدعيم الأغذية مثل صناعة المكرونة وانتاج أغذية التسالى snack food (أغذية التصبيرة)، وقد أمكن إستخدام نسب إحلال وصلت إلى 15٪ من دقيق القمح دونما حدوث تغيرات سلبية ملحوظة فى الخواص العضوية الحسية للمكرونة ويتميز الأوكارا بقيمته التغذوية العالية إذ يحتوى على 35.8٪ من البروتين الخام ، 3.88٪ من الرماد ، 7.12٪ لبيدات كلية ، 7.2٪ ألياف غذائية ، 46٪ كربوهيدرات كلية أما الرطوبة فإنها تمثل نحو 13.8٪ (قورة Koura, 1997) .

ثالثا : زيت فول الصويا Soybean oil

يعتبر فول الصويا من المحاصيل الزيتية أساساً حيث تحتوى البذور على نحو 20٪ من الزيت ويتم إستخلاص الزيت الخام من البذور وتكريره بذات التقنيات المستخدمة مع الزيوت الأخرى . والزيت المكرر لفول الصويا هو من الزيوت نصف الجافة وله عديد من الإستخدامات ، ويتميز بإحتوائه على نحو 16٪ أحماض دهنية مشبعة saturated ، 24٪ أحماض دهنية أحادية عدم التشبع monounsaturated فى حين يحتوى على نسبة عالية من الأحماض الدهنية عديدة عدم التشبع poly unsaturated fatty acids (PUFA) حيث يصل محتواها إلى نحو 60٪ . ويمثل اللينوليك الحمضى الدهنى الرئيسى (53٪) غير أن حمض اللينولينيك يعتبر من الأحماض الدهنية الهامة على الرغم من أن نسبته لاتتعدى 7٪ من تركيب الأحماض الدهنية . ويعزى عدم ثبات زيت فول الصويا ضد الأكسدة ـ ولا سيما عند استخدامه كزيت تحمير ـ إلى محتواه المرتفع من الأحماض الدهنية غير المشبعة ، غير أنه من الوجهة التغذوية فإن هذه الأحماض تعتبر عوامل وقاية للإنسان من أمراض القلب وتصلب الشرايين . ويتميز زيت فول الصويا الخام بمحتواه المرتفع نسبيا من الفوسفوليبيدات (2-3.5٪) ، وتلك تزال أثناء عمليات التنقية ولا سيما فى مرحلة إزالة الصموغ . وتتركب فوسفوليبيدات زيت فول الصويا أساساً من المركبات التالية :

- فوسفاتيدايل كولين (21٪) ، فوسفاتيدايل إيثانول أمين (21٪) .
- فوسفاتيدايل إينيسيتول (19٪) ، حامض الفوسفاتيديك (10٪) .
- فوسفاتيدايل سيرين (1٪) . بينما تمثل الجليكوليبيدات نحو 12٪ من صموغ زيت فول الصويا .

ويعتبر الليسثين بمثابة أحد المنتجات الثانوية الهامة التى يتم التحصل عليها خلال عمليات تكرير الزيت وله العديد من التطبيقات فى مجال الصناعات الغذائية إذ يستخدم كمادة إستحلاب أو مادة مرطبة أو مادة تعمل على إنتشار النظم الغروية أو للتحكم فى عمليات البلورة وتكوين معقدات النشا ، بالإضافة إلى أن هناك إستخدامات أخرى غير غذائية للليسثين .

أما عن إستخدامات زيت فول الصويا المكرر فهو استخدامه كزيت سلاطة وفى أغراض الطبخ المختلفة كما أنه يدخل فى صناعة المارجرين margarine ودهون الخبيز shortening والمايونيز mayonnaise وكأحد مكونات متبلات السلاطة salad dressing . وتؤدى الهدرجة الجزئية الإختيارية لزيت فول الصويا الى خفض نسبة حامض اللينولينيك (مثل زيت بذرة القطن) وذلك بغرض إنتاج مخلوط زيت طبخ ممتاز . وقد تضاف مضادات رغوة مثل مركبات Silicone الى زيت فول الصويا لتحسين صفاته كزيت تحمير .

10-3- ظاهرة الحصرمة فى البقوليات

Hard-to- cook phenomenon in legums

لوحظت تلك الظاهرة منذ قدم التاريخ وقد سجلت منذ القرن الثالث قبل الميلاد ، وتطلق لفظة الحصرمة علي البذور التي لا تحدث لها تطرية تحت تأثير المعاملة الحرارية العادية التي عادة ما تجرى عند طهي مثل هذه البذور . وهذا يتطلب وقتا اطول لمعاملتها حراريا وربما لاتصل الى حد القبول بواسطة المستهلك من ناحية القوام حتى وان طالت مدة الطهى ، ولهذا فان سعر تلك البذور التى تتصف بتلك الصفة يكون اقل بالنسبة لمثيلاتها سهلة الطهى ، وعلي الرغم من ذلك فان المستهلك عادة لايقبل عليها حيث أنها تحتاج إلى قدر اكبر من الوقود بالاضافة إلى ان المعاملة الحرارية القاسية تؤثر سلبا على القيمة التغذوية لهذه البذور . واذا كان القوام يعتمد على الخواص الفيزيقية والفيزوكيماوية للبذور فإن ظاهرة الحصرمة فى البقوليات يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين:

الاول: يرجع إلي الغلاف الصلب (hard-shell) والذى يظهر مقاومته للتشرب بالماء او الذى يتشرب الماء بدرجة غير كافية أثناء النقع ومن ثم لا يحدث لمثل هذه البذور تطرية أثناء الطهى.

الثانى : يشتمل على البذور التى تتشرب الماء بقدر كاف اثناء النقع ولكن لايحدث لها تطرية بالدرجة المطلوبة لتقبل المستهلك عند معاملتها حراريا بالطريقة المعتادة.

ومن ناحية أخرى فإن ظاهرة الحصرمة هذه تظهر لذات البذور بعد الحصاد مباشرة أو قد تظهر لتلك التى خزنت تحت ظروف سيئة مثل درجة الحرارة العالية و/أو الرطوبة النسبية العالية ويجب التفريق بين تلك الانواع المختلفة من البذور التى تعانى من ظاهرة الحصرمة من حيث العوامل التى تؤثر على نمو تلك البذور فى الحقل والمسلك الذى تسلكه اثناء الطهى ومدى استجابتها للمعاملات التكنولوجية المختلفة والاختلافات التركيبية والكيموحيوية .

ونظرا لتعدد الاسباب وراء ظاهرة الحصرمة فى البقوليات فإنه يمكن تقسيم هذه الظاهرة الى نوعين : أولهما مايطلق عليه ظاهرة الغلاف الصلب وتلك ترجع إلى القصرة وعدم نفاذيتها للماء وثانيهما مايطلق عليه ظاهرة سكالاريما sclerema والتى تعزي الى عدم تشرب الفلقات للماء اثناء عملية النقع .

وظاهرة الحصرمة اما ظاهرة عكسية reversible وتعترى البذور حديثة الحصاد أوغير عكسية irreversible وهى تحدث للبذور أثناء التخزين السيىء .

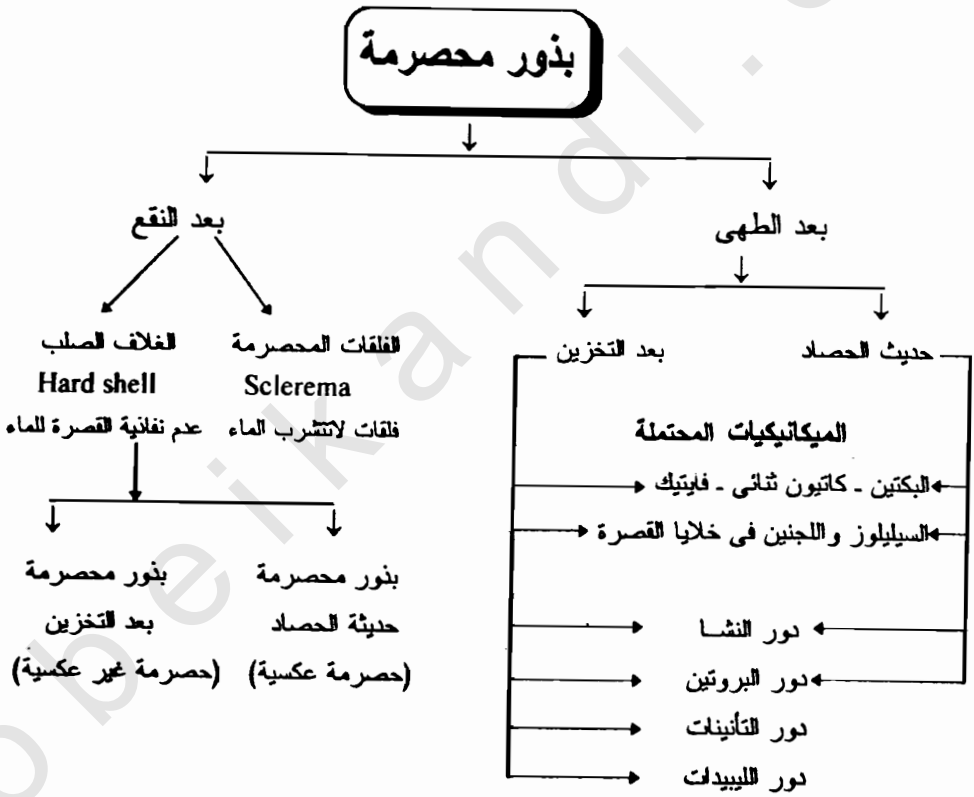
وقد تبين من الدراسات العديدة ان ظاهرة الحصرمة توجد فى الكثير من البقوليات من اهمها الفول البلدى والفاصوليا واللوبيا و الحمص والعدس والبسلة وفول الصويا . وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن التعرف على ظاهرة الحصرمة بتقدير القوام إما بواسطة إحدى الطرق العضوية الحسية subjective methods أو بالاستعانة بالاجهزة objective methods وهى تتدرج من الاحساس بالفم او الضغط بين الاصابع أو الضغط علي البذور بظهر ملعقة أو قياس المساحة المبللة التى تخلفها البذرة المطهية عند الضغط عليها بثقل ثابت وحتى أجهزة الاختراق penetrometers وأجهزة قياس الطراوة tendrometers وأنتهاءً بأجهزة الانسترون instrone المبرمجة بالكومبيوتر والمزودة بوحدات معالجة البيانات integrators حيث تعطى كل ما يتعلق بالقوام من مؤشرات. ويوضح الشكل 10-5 تقسيما لأنماط الحصرمة التى تحدث فى بذور البقوليات والتى أسلفنا ذكرها .

ولكى يكون شرح ظاهرة الحصرمة فى البقوليات اكثر وضوحا فأننا سنحاول هنا تناول هذه الظاهرة على النحو التالى :

1-3-10 حصرمة النقع

أولا : الغلاف الصلب Hard shell

تطلق هذه الصفة على البذور التى تعيق القصرة فيها تشرب الماء وقد لوحظ هذا النمط من الحصرمة منذ زمن بعيد وأطلق عليه منذ أكثر من مائة عام لفظة البذرة الصلبة hard seed ، الا أن علماء المحاصيل أطلقوا عليها اسم الغلاف الصلب hard shell بحيث يعبر هذا المصطلح عن جميع البذور التى تقاوم عملية تشرب الماء بعد النقع على درجة حرارة الغرفة لمدة معينة (6 ، 12 ، 18 ، 24 ساعة) ومن ثم لايحدث لها إنبات وربما لايحدث لها تطرية بالدرجة المقبولة بعد الطهى .



شكل 10-5 : شكل تخطيطى يوضح أنماط الحصرمة والتداخلات التركيبية المؤثرة عليها.

وقد أثبتت الدراسات أن 85% من 260 نوعا من البقوليات أظهرت تباينا معنويا من حيث درجة نفاذية الغلاف للماء كما أوضحت الدراسات التي أجريت على البقوليات أن نسبة

الغلاف الصلب تتراوح مابين صفر و80% فى 355 صنفا من أصناف الفاصوليا بينما تراوحت هذه النسبة مابين صفر و 82% فى 242 صنفا من أصناف البسلة و عزى ذلك الى عدم نفاذية القصرة للماء حيث أنه بفصل القصرة ميكانيكيا تشربت الفلقات بالماء و أصبحت مقبولة القوام بعد عملية الطهى .

أ – الغلاف الصلب فى البذور حديثة الحصاد (الحصرمة العكسية) .

وهذه تعزى إما الى عوامل وراثية Genetic أو عوامل بيئية Environmental أو عوامل وراثية بيئية Phenotype. وتتفاوت الاصناف المختلفة من نفس البقول معنويا فى النسبية المئوية للقصرة الصلبة للبذور حديثة الحصاد حيث أوضحت إحدى الدراسات أنه فى 12 صنفا من الفاصوليا تباينت النسبة المئوية للقصرة الصلبة من 1 إلى 47٪ بينما تراوحت من 0.1 إلى 22.8% فيما بين 10 أصناف من الفول البلدى وقد أتضح هذا التباين جليا مع إختلاف مناطق ومواسم الزراعة . وعموما فإن الجو البارد أثناء الإنبات و الجو الحار و الجاف أثناء أمتلاء القرون و الحصاد و الصقيع المتأخر، والتأخر فى ميعاد الزراعة و التبكير فى الحصاد جميعها عوامل تزيد من إحتمال حدوث ظاهرة الغلاف الصلب فى البقوليات حديثة الحصاد الا أن هذه الظاهرة كما سبق القول ظاهرة عكسية حيث تعود البذور لتصبح جيدة التشرب أثناء النقع بعد عملية التخزين الجيد فعلى سبيل المثال وجد أن تخزين البسلة لمدة 15 شهرا قلل نسبة البذور التى تعانى من تلك الظاهرة من 54 إلى 1%.

ب– الغلاف الصلب فى البقوليات المخزنة (الحصرمة غير العكسية) .

لوحظت تلك الظاهرة فى البقوليات المخزنة فى الحجرات الدافئة وذلك فى عام 1928، وتجدر الإشارة إلى أن أرتفاع الرطوبة النسبية أو الجفاف الشديد يساعد على حدوث هذه الظاهرة . ويواكب هذه الظاهرة إنخفاض قدرة البذور التشربية للماء انخفاضا معنويا كما تقل نسبة الانبات .

وأذا ما رجعنا للنمطين السابقين من أنماط الحصرمة واللذين يعتمدان أ ساسا على الغلاف نجد أن تشرب البذور للماء يعتمد فى ساعته الاولى على السرة hilum والنقير micropyle بينما يعتمد فى الفترة الاخيرة من النقع على القصرة (hull (seed coat ومن ثم تفسر ظاهرة الغلاف الصلب العكسى بأنه اثناء التخزين و التقدم فى النضج تختفى طبقة الكيوتين cutin الموجودة فى القصرة فتتحسن القدرة التشربية للبذور ، وقد أتضح فى بقوليات مثل الترمس و فول الصويا و البسلة أن الثغور pores و المادة شبه

الشمعيـــة waxy like فى طبقة الابيدرم epidermic layer الموجودة بالقصرة تكـون مسئولة عن معدل تشرب هذه البذور للماء .

ثانيا – الحصرمة الناتجة عن الفلقات Sclerema

كما أسلفنا فإن ظاهرة الاسكالاريما تعزى الى عدم تشرب الفلقات بالماء على الرغـم من نفاذية القصرة للماء و قد أرجع السبب فى ذلك الى نشاط انزيمى أثناء التخزين خاصـة عند درجات الحرارة العالية والرطوبة النسبية المرتفعة .

ولا تقتصر ظاهرة حصرمة البقوليات على البذور المنقوعة و انما يتعدى ذلك الـى البذور المطهية اذ يلاحظ القوام الرملى لبعض البقوليات بعـد الطـهى مصاحبـا لظـاهرة الحصرمة كما هو الحال فى العديد من البقوليات مثل الفول البلدى والفاصوليـا والبسـلة . أضف إلى ذلك أن هناك بذوراً تتشرب الماء و تنتفخ الا انها عند الطهى بالطريقـة المعتـادة فانها تحتاج إلى زمن اطول و لاتصل إلى درجة الطراوة المعهودة لمثل هذا الصنـف مـن البقوليات إذ يحتاج الفول البلدى على سبيل المثال الى 6 ، 12 ساعة للبذور سهلة الطهى وتلك صعبة الطهى على الترتيب اما فى حالة الفاصوليا و اللوبيا فقد يتضاعف زمن الطـهى الى 5 أضعاف للبذور صعبة الطهى مقارنة بنظيرتها سهلة الطهى .

2.3.10 – حصرمة الطهى :

و سنحاول هنا القاء الضوء على حصرمة البقوليات بعد طهيـها و التـى يمكـن تقسيمها الى قسمين رئيسيين أولها تتدرج تحته بذور حديثة الحصاد و تتحصرم عند طهيها أما ثانيها فيشتمل على البذور سهلة الطهى عند الحصاد لكنها بسبب التخزين السيىء تتحصـرم عند الطهى .

أولا : حصرمة البذور حديثة الحصاد :

ترجع تلك الظاهرة فى البذور حديثه الحصاد إلى عدة عوامل مـن أهمـها عوامـل وراثية و بيئية و درجة النضج عند الحصاد و الحرارة المرتفعة غير العادية أو المنخفضـة كثيرا أثناء نضج البذور و ميعاد الزراعة و قصر فترة النضج و مكان القرن علـى النبات و موضع البذرة داخل القرن وملوحة التربة والكاتيونات المتاحة فى التربة خاصة الكالسيـوم والبوتاسيوم . ومن المعروف أن هناك تبايناً كبيراً فى قوام البذور حديثة الحصاد لنفس النـوع من البقوليات بعد عملية الطهى على النحو التالى :

البقـــول		قوة القص Shear force كيلونيوتن/100 جم بذور مطهية
البسلة الهندية	Pigeon pea	305-125
الفاصوليا		112 – 49
البسلة		157 – 68
فاصوليا	Navy bean	70 – 20
فاصوليا	Pinto bean	92–34
الفول البلدى		160 – 60

من الدراسات المكثفة التى أجراها الاستاذ الدكتور أحمد التابعى شحاتة من خـــلال مشروع بحثى ممول من المركز الدولى للتنمية و البحوث IDRC والذى أشتمل علـى 155 عينة من الفول البلدى حديثة الحصاد فى ثلاثة مواسم متتالية تبين ان الفول البلدى الناتج مـن مصر العليا و الوسطى كان أكثر طراوة مقارنة بالعينات التى تم جمعها من محافظات الدلتـا بمصر . وقد اكدت هذه الدراسة أن عملية الحصرمة فى البقوليات عملية مركبة تتأثر بعديـد من العوامل سواء بالنسبة للبذور نفسها أو ظروف زراعتها أو التربة التـى زرعـت بـها . ويمكن تفسير ميكانيكية الحصرمة التى تعترى البذور حديثة الحصاد على أساس وجود علاقة بين محتوى البذور من مركبات معينة و قوام تلك البذور بعد الطـهى ، فكلمـا زدات نسـبة الكاتيونات أحادية التكافؤ إلى الكاتيونات ثنائية التكافؤ كلما زادت طراوة البذور ، و يعـزى ذلك إلى حدوث إستبدال الكاتيونات الثنائية الموجودة بالمواد البكتينية غير الذائبـة بواسـطة الكاتيونات أحادية التكافؤ . وقد أكدت بعض البحوث أن هناك علاقة تلازم موجبة بين كل من الفيتين و البكتين و طراوة البذور و كذا علاقة تلازم سالبة بين محتوى البذور من الكالسـيوم و الماغنسيوم و طراوتها بعد الطهى و لقد تبين أن الارتباط فيما بين الفيتين و الطراوة يتضح فقط عند المحتوى المنخفض من الفيتين بينما لا توجد اية علاقة بينهما فـى حالـة محتـوى البذور العالى من الفيتين ، وهذا يرجع إلى أن 40% فقط من الكالسيوم و الماغنسيوم يكـون فى صورة فيتين غير ذائب فى الماء أى أن زيادة الفيتين فى البذور لن يكون فـى صـورة فيتات كالسيوم و ماغنسيوم و بالتالى لن يكون له علاقة بظاهرة الحصرمة . كذلك فقد وجـد ان هناك علاقة تلازم فيما بين محتوى البكتين (P) و الكالسيوم (C) و الماغنسيـوم (M) و الفيتين من ناحية و طراوة البذور بعد الطهى من الناحية اخرى و تعـرف هـذه العلاقـة برقـم مولـر PCMP (Muller PCMP number) و مـن الأمـور الجديـرة بالملاحظة أن زيادة مدة النقع لا تؤدى بالضرورة إلى زيادة طراوة البذور بل ان العكس قـد

يكون هو الصحيح بمعنى أن عملية النقع لمدة طويلة قد تتسبب فى زيادة درجة صلابة البذور ومن ثم حصرمتها و يمكن تفسير ذلك بأن إنزيم الفيتاز يساعد على تحلل الفيتين بمعدل أكبر ، الامر الذى يؤدى إلى إختلال رقم مولر PCMP .

وعلى الرغم من ان للقصرة دورا اساسيا فى حصرمة البذور حديثة الحصاد (يؤدى نزع القصرة قبيل عملية الطهى إلى إختزال زمن الطهى بنحو 75%) الا أنه لايمكن اغفال دور الفلقات فى هذا الصدد اذ أوضحت دراسات زينة (1989)Ziena ان القصرة تكون مسئولة عن 48% فقط من قوام الفول البلدى بعد الطهى (للبذور صعبة الطهى) فى حين تصل هذه النسبة إلى 64% فى حالة البذور سهلة الطهى وأنه حينما طهيت فلقات الفول البلدى وحدها عند 112°م لمدة 15 ق فى الماء المقطر بنسبة (1:3) أعطت قيما لقوة كرامر للقص تعادل 17 ، 50 كجم/100 جم فلقات مطهية من الفول البلدى سهل وصعب الطهى على الترتيب و مما لا شك فيه ان معامل التشرب hydration coefficient يرتبط إرتباطا وثيقا بقوام البذور المطهية و يلعب النشا فى هذا الصدد دورا هاما فى إمتصاص الماء والإنتفاخ، و قد اكدت الدراسات و التى استخدم فيها جهازا المسح الحرارى التفريقى DSC والأميلوجراف و جود إختلافات عالية المعنوية فيما بين بذور الفول الكندية سهلة و صعبة الطهى و أن ثمة علاقة تلازم قوية بين قوام بذور الفول المطهية و قمة لزوجة الاميلوجراف. و للأميلوز دور هام فى الخواص الوظيفية للنشا و خاصة ذائبيته و أرتباطه بالدهن . و قد أكدت الدراسات التى أجريت على 18 صنفا من أصناف اللوبيا ان ثمة علاقة تلازم سالبة قوية فيما بين محتوى البذور من الاميلوز و الزمن اللازم للطهى . من ناحية أخرى فقد أشارت بعض البحوث إلى أن سمك القصرة و سعة السرة لها الدور الرئيسى فى الفترة الاولى من النقع بينما يكون البروتين اكثر أهمية فى المرحلة النهائية من عملية النقع . وهناك بحوث عديدة تفسر ظاهرة الحصرمة فى البقوليات من خلال تباين التركيب الدقيق microstructure لكل من البذرة و القصرة و ذلك باستخدام الميكروسكوب الماسح الالكترونى SEM.

ثانيا – حصرمة البذور المخزنة :

تتدهور جودة البقوليات بعد تخزينها تخزينا سيئا فقد يتأثر لونها و قوامها ومعدل تشربها وإنتفاخها وكذا قيمتها التغذوية ، و تتوقف درجة التدهور على عدة عوامل أهمها درجة حرارة التخزين والرطوبة النسبية و الغازات الموجودة بجو المخزن و طول مدة

التخزين و المحتوى الرطوبى للبذور ، فعلى سبيل المثال فقد وجد أن الفاصوليا المخزنة عند محتوى رطوبى 10% و لمدة عامين على 25°م لم يعترها أى تغير فى قوامها بينما أدى رفع المحتوى الرطوبى لنحو 13% إلى حصرمة تلك البذور بعد الطهى ، وأكد ذلك ما أجرى على الفول البلدى المخزن لمدة 4 سنوات على 32.2°م حيث تطلب طهى البذور زمنا قدره 29 , 210 دقيقة للبذور ذات محتوى رطوبى 8.1 ,13% على الترتيب . و لكى نحافظ على جودة طهى البقوليات فأنه يمكن اجراء معاملات مثل الحرارة و التحميص والتشعيع قبل التخزين و كذا إستخدام المكامير (مخازن طبيعية تحت الارض) و التى سنتحدث عنها تفصيلا فيما بعد كذلك فأنه يمكن معاملة البذور بعد تخزينها و ذلك بنقعها فى محاليل بيكربونات الصوديوم أو محاليل مخاليط الاملاح (بيكربونات صوديوم -كربونات صوديوم – فوسفات صوديوم ثلاثية) أو سلق البذور أو اضافة عوامل الخلب للأيونات ثنائية التكافؤ (الكالسيوم والماغنسيوم) أو النقع فى محاليل إنزيمية او إجراء الطهى تحت ضغط ، فكل هذه المعاملات تؤدى إلى إختزال زمن الطهى ويعزى التأثير المحسن للنقع فى محاليل الأملاح أو مركبات الخلب الى زيادة ذائبية بروتينات البذرة و هذا بدوره يؤدى الى تحرر جزئى للكاتيونات الثنائية فى وسط النقع و يؤدى ايضا إلى تشجيع جلتنة النشا و ذائبية الصفيحة الوسطى middle lamella و من ثم تفكك الخلايا و طرواة البذور . كذلك فهناك نظرية أخرى لتفسير التأثير الموجب لمخاليط الاملاح سالفة الذكر على قوام بذور البقوليات و مفاد هذه النظرية يتلخص فى أن مخلوط الاملاح يؤدى إلى زيادة ذائبية البروتين و يكسر الروابط الهيدروجينية بين البروتينات والتانينات مع ازالة الكالسيوم الذى يربط بين البروتين و حامض الفيتك والموجود فى معقدات البكتين و هذا بدوره يزيد من المسافات البينية التى تسمح بالتفاعلات الانزيمية و تسهل من اختراق كل من الحرارة و الماء . أما بالنسبة لتأثير التشعيع فهو راجع إلى زيادة ذائبية البروتين نتيجة لتحرر الكاتيونات الثنائية من معقدات البروتين و الكربوهيدرات أضف إلى ذلك تأثير التشعيع على تحطيم النشا و البروتين إلى وحدات أقل فى الوزن الجزيئى مما يزيد من طراوة البذور المعاملة بالاشعاع .

ولقد إقترح العديد من النظريات التى تفسر ظاهرة حصرمة البقوليات اثناء عملية التخزين ، فظروف التخزين قد تشجع حدوث تغيرات كيماوية و طبيعية و تركيبية فى بذور البقوليات ، وجميع هذه النظريات تعتمد اساسا على ان البذور سهلة الطهى تتميز بسهولة ذائبية الصفيحة الوسطى middle lamella و سهولة إنفصال خلايا الفلقات . و أولى هذه النظريات تلك التى ترجع ظاهرة الحصرمة إلى وجود تفاعل بين البكتين والكاتيونات الثنائية

والفيتيك ؛ فقد ثبت أنه أثناء تخزين البسلة تزداد نسبة الحصرمة بها و فسر ذلك بأن انزيم الفيتاز phytase يقوم بمساعدة عملية تحلل الفيتين (كما تبين من زيادة نسبة الفوسفور غير العضوى) ، و قد أرتبط إرتفاع نسبة الحصرمة فى الفاصوليا المخزنة بنسبة حمض الفيتيك إلى الكالسيوم وبانخفاض محتوى الفيتين و بنسبة الكاتيونات الأحادية إلى الثنائية كما إرتبط بذائبية البكتين ، بمعنى آخر فإنه يمكن القول بأن الكاتيونات الثنائية (كالسيوم – ماغنسيوم) تتبادل مع الكاتيونات الاحادية (صوديوم – بوتاسيوم) و ذلك فيما بين حمض الفيتيك و المواد البكتينية وهو الأمر الذى يؤدى إلى حصرمة البذور فيما لو تكونت بكتات كالسيوم غير ذائبة يزداد تركيزها فى الصفيحة الوسطى . وننوه إلى أن هناك دراسات توضح عدم إرتباط كمية المواد البكتينية أو نوعيتها تبعا للذائبية بظاهرة الحصرمة اذ أن العامل المحدد هو علاقة تلك المواد البكتينية بالكاتيونات الثنائية فقد تبين أن نقع الفاصوليا فى المحاليل الملحية قد زاد من محتوى الصفيحة الوسطى من الصوديوم على حساب الماغنسيوم و هذا ما يؤكد نظرية تبادل الكاتيونات اثناء النقع و الطهى و الذى أسلفنا شرحه . و تشير نظرية أخرى إلى أن تكوين معقد بين البروتين و الفيتين اما مباشرة أو من خلال قناطر كاتيونية من الكالسيوم او الماغنسيوم تكون سببا من أسباب حصرمة البقوليات أثناء التخزين . من ناحية أخرى فهناك دراسات توضح أن درجة حرارة و معدل جلتنة نشا البقوليات قد تأثرت كنتيجة لتخزين البقوليات و هو الأمر الذى أدى الى تقليل تشرب البذور للماء اثناء النقع و الطهى ومن ثم حصرمتها . وقد تلعب الدهون أيضا دورا فى ظاهرة الحصرمة أثناء التخزين فقد ثبت حدوث أكسدة و بلمرة للدهون مما ينجم عنه تغير فى نفاذية الأغشية ومن ثم تشرب الماء و هذا يؤثر بالسلب على جودة طهى البذور . و تجدر الإشارة إلى عدم و جود ثمة علاقة تلازم بين كمية كل من الجلسريدات و الدهون الكلية و الفوسفاتيدات فى فلقات البذور و قوامها بعد الطهى .

وهناك دراسات تشير إلى دور المواد الفينولية خاصة التانينات (والتى تتركز فى قصرة بذور البقوليات) فى حصرمة البقوليات و ذلك عن طريق الإرتباط مع كل من البروتين و النشا فى معقدات مما ينعكس سلبا على قدرة كل منهما على تشرب الماء و من ثم حدوث حصرمة للبذور . و تعتبر بلمرة المواد الفينولية بمساعدة إنزيم بولى فينولاز polyphenolase و كذا إرتباطها مع الجزيئات عالية الوزن الجزيئى مثل البروتين والنشا من خلال روابط هيدروجينية أو تعاونية و بمساعدة إنزيم البولى فينول أوكسيداز polyphenol oxidase من أهم التغيرات التى تطرأ على المواد الفينولية أثناء تخزين البقوليات . و أوضحت بعض الدراسات حديثا أنه أثناء تخزين البقوليات تتحرر أحماض

فينولية (خاصة حمض الفيريوليك ferulic acid) من المركبات الفينولية و التى ترتبط بدورها مع البروتينات فتقلل من ميل البروتين للارتباط بالماء hydrophilicity والذى ينعكس سلبا على قدرة البذور على التشرب بالماء مما يعطى بذورا ذات قوام صلب بعد الطهى .

وهناك دراسات توضح ان عملية تكوين اللجنين lignification والتى تتم فى الجدر الخلوية فى مراحل النضج الاخيرة تلعب هى الاخرى دورا فى حصرمة بذور البقوليات حيث يرتبط اللجنين تعاونيا مع السكاكر العديده الموجودة فى الصفيحة الوسطى (المواد البكتينية) و تزداد قوة هذا الإرتباط مع التخزين ، و من ثم زيادة الحصرمة . كذلك فقد يرتبط اللجنين مع البروتين لتكوين البروتين الملجنن lignified protein خلال تخزين البقوليات مما يؤدى إلى زيادة حصرمة البذور كنتيجة لإنخفاض قدرة البروتين المرتبط على تشرب الماء . ويلاحظ أنه أثناء تخزين البقوليات تزداد نسبة البروتينات منخفضة الوزن الجزيئى والأحماض الأمينية الحرة والتى يحدث لها لجننة lignification فى الصفيحة الوسطى ومن ثم تحدث ظاهرة الحصرمة كنتيجة للتخزين . ومن المعروف أن الأحماض الأمينية العطرية تعتبر بمثابة بادئات precursors لكل من اللجنين والتانينات،وقد أكدت الدراسات الميكروسكوبية تواجد نسبة أكبر من اللجنين فى أركان الخلايا والصفيحة الوسطى والجدر الثانوية الخلوية وذلك فى خلايا البذور المحصرمة مقارنة بنظيرتها سهلة الطهى .

وإذا كانت عملية تحلل الفيتين فى بداية فترة تخزين البقوليات هى المسئولة عن الحصرمة فإنه فى المراحل التالية من التخزين تكون عملية اللجننة هى المسئولة بدرجة كبيرة عن تلك الظاهرة . ويرى بعض الباحثين أنه من الأوفق تبنى نظرية متعددة النظم لكى يكون فى مقدورنا تفسير ميكانيكية ظاهرة حصرمة البقوليات أثناء تخزينها وهى تشتمل على تفاعلات إنزيمية تتم بتحفيز كل من الإنزيمات التالية : الفيتاز phytase-الليبوكس جيناز lipoxygenase-البكتين- ميثايل استيراز pectin methyl esterase والبيروكسيداز peroxidase والبروتياز protease .

وخلاصة القول أن إرتفاع محتوى البذور من الرطوبة وظروف التخزين السيئة تزيد من الأنشطة الميتابوليزمية للبذور المخزنة ويترتب على ذلك تحلل كل من الفيتين والبروتينات والنشا إنزيميا وتتحرر كل من الكاتيونات الثنائية من الفيتين والأحماض الأمينية العطرية من البروتينات وتتسبب تفاعلات وإرتباطات الفيتين والمواد الفينولية ومشتقاتهما والكاتيونات الثنائية مع المواد

البكتينية فى صعوبة إنفصال الخلايا ومن ثم ظهور حصرمة البقوليات المخزنة بينما يلعب كل من البروتين والنشا واللبيدات و اللجنين الدور الثانى كما سبق ذكره فى عملية الحصرمة (شكل 10-6) ولايفوتنا فى نهاية هذا الموضوع أن نشير الى هذا الاستعراض المرجعى المتميز الذى نشره الاستاذ الدكتور أحمد التابعى شحاتة(1992)Shehata فى الـ Food Reviews International عن ظاهرة الحصرمة فى البقوليات .

4-10 . العوامل المضادة للتغذية فى البقوليات

Antinutritional factors in legumes

هناك العديد من العوامل المضادة للتغذية فى البقوليات و التى قد تؤثر بالسلب على صحة الإنسان الذى يتناول تلك البقوليات ، ويتأتى تأثير هذه العوامل من قدرتها على تقليل الإستفادة الحيوية من بعض المغذيات و فيما يلى سوف نتناول أهم هذه العوامل و التى تعد واسعة الإنتشار فى بذور البقوليات :

10-4-1- مثبطات الانزيمات المحللة للبروتين Protease inhibitors

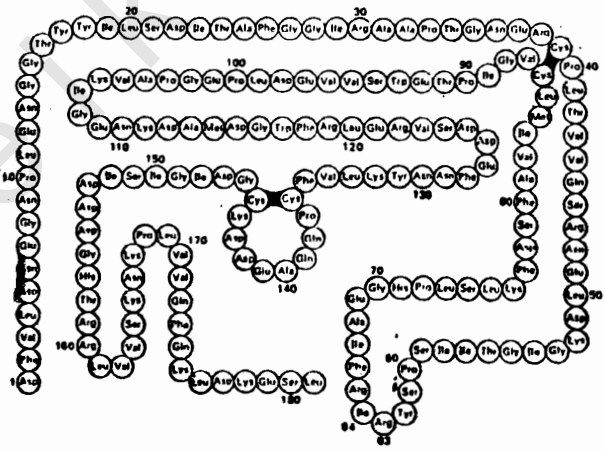
هذه المثبطات عبارة عن بروتينات تتفاعل مع البروتين الإنزيمى مما يؤدى الى حدوث تداخل بين بروتين المثبط وبروتين الانزيم أى حدوث protein-protein interaction، وهو الأمر الذى يثبط الفعل التحفيزى للإنزيم .

ويمكن تلخيص أهم أنواع المثبطات البروتيوليتية و التى تنتشر فى بذور البقوليات فى الآتى:

البقـــــــول	نوع المثبط البروتيوليتى
الحمص ــ فول الصويا ــ فاصوليا ــ اللوبيا	مثبط تربسين ــ مثبط كيموتربسين
الفول السودانـــــــى	مثبط تربسين ــ مثبط كيموتربسين
	مثبط بلازمين ــ مثبط كاليكيرين
العدس ــ البسلة ــ الترمس	مثبط التربسين
الفاصوليا الكلوية	مثبط تربسين ــ مثبط كيموتربسين
	مثبط الاستيز ــ مثبط الستليسين
الفول البلدى	مثبط تربسين ـ مثبط كيموتربسين
	مثبط البروتييز ــ مثبط البابين ــ
	مثبط الثرومبين

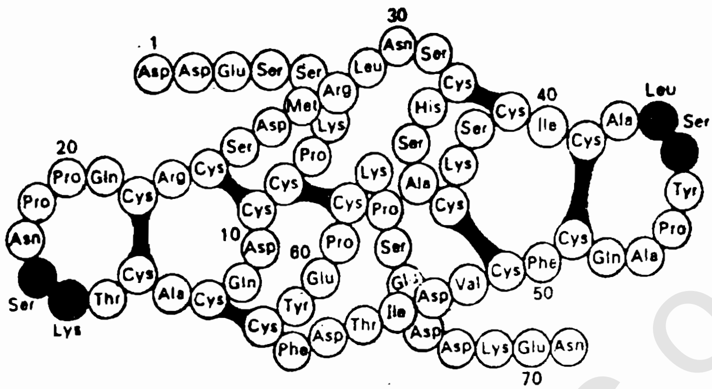
ويعتبر مثبط إنزيم التربسين trypsin inhibitor (TI) من أقدم وأشهر المثبطات البروتيوليتية الموجودة فى البقوليات اذ تم اكتشافه فى عام 1944 ، وأمكن عزله وتنقيته فى صورة بللورية فى عام 1945 ، ويليه فى الأهمية مثبط إنزيم الكيموتربسين . وقد أمكن عزل تلك المثبطات البروتيوليتية ودراستها ونسبت نماذج تتابع الأحماض الأمينية التى تم اكتشافها إلى العلماء الذين قاموا بعزلها ودراستها . ويعد نموذجا كونيتز Kunitz وباومان - بيرك - Bowman-Birk من أشهر تلك النماذج ويتصف جزئ بروتين النموذج الأول بارتفاع وزنه الجزيئى (20-25-الف دالتون) وافتقاره لرابطة ثنائى الكبريت (2 رابطة فقط/جزئ) وبتخصصه لتثبيط إنزيم التربسين فقط،وهو عبارة عن سلسلة واحدة من عديد الببتيد طولها 181 حمض أمينى ومركزه الفعال يكمن فيما بين الحمضين الامينيين 63 (Arg) ، 64 (Ile) فى السلسلة.

أما الجزء الثانى فهو منخفض الوزن الجزيئى (6-10 ألف دالتون) إلا أنه مرتفع فى محتواه من الروابط ثنائية الكبريت (7 روابط لكل جزئ) . وبالرغم من ان طول سلسلته الببتيدية تتكون من 71 حمضا أمينيا فقط إلا أنه يحتوى على مركزين فعاليين أولهما فى الموقع بين الحمضين الامينيين رقمى 16 (Lys) ، 17 (Ser) وهو متخصص لتثبيط إنزيم التربسين فقط وثانيهما يقع بين الحمضين الامينيين رقمى 44 (Leu) ، 45 (Ser) وهو متخصص فقط لتثبيط إنزيم الكيموتربسين . ويوضح الشكلان رقما 10-6 ، 10-7 تركيب كل من مثبط كونيتز ، مثبط باومان - بيرك .



شكل 10-6 : تتابع الأحماض الأمينية فى مثبط كونيتز للتربسين المعزول من فول الصويا .

Source : Liener (1983).



شكل 10-7 : تتابع الأحماض الأمينية فى مثبط باومان - بيرك

Source : Liener (1983).

وعند إجراء الهجرة الكهربية (250 فولت لمدة 3 ساعات)، يتحرك جزئ بروتين مثبط التربسين كوحدة واحدة يختلف مكانها حسب الأس الهيدروجينى (pH) للوسط فنجدها على النحو التالى :

2.9 -2.0 -1.4 -0.9 -1.2 سم وذلك عند قيم أس هيدروجينى 3.6 -2.2-5.3 6.5 -9.0 على الترتيب وهو يحتوى على نسبة من النيتروجين تعادل 12.09٪ (وزن جاف) . وبالرغم من ان مثبط إنزيم التربسين يقوم بتكوين معقد مع إنزيم التربسين فى الإنسان الذى يتناول تلك البقوليات الا أنه تجدر الإشارة إلى أن الإنسان يقوم بإفراز نوعين من إنزيم التربسين هما : النوع الأول ويمثل حوالى 70-80٪ من العصارة البنكرياسية وهو كاتيونى ومن الصعب جدا تثبيطه بواسطة مثبط إنزيم التربسين ، والنوع الثانى يشكل من 20 إلى 30٪ من العصارة البنكرياسية وهو أنيونى ،والأخير يتم تثبيطه بواسطة مثبط إنزيم التربسين . ولذا نجد ان من 30 إلى 50٪ من بروتينات الوجبة لا يتم هضمها وبالقطع يقع تحتها القدر من البروتينات التى تكون مثبط إنزيم التربسين نفسه فقد أشارت الدراسات إلى أن النسبة المئوية لبروتين مثبط إنزيم التربسين تعادل 6٪ من بروتينات فول الصويا .

ويتركز مثبط إنزيم التربسين ومن ثم نشاطه فى الفلقات . ويوضح الجدول رقم 10-12 نشاط مثبط إنزيم التربسين فى بعض البذور الكاملة من البقوليات وكذا فى المكون عالى البروتين والمكون عالى النشا بعد عملية الفصل بالتقسيم الهوائى air classification والتى سيتم شرحها تفصيلا فيما بعد .

obeikandl.com

جدول 10-12: نشاط مثبط إنزيم التربسين فى دقيق البذور الكاملة والمكون عالى البروتين والمكون عالى النشا لبعض البقوليات كوحدة مثبط تربسين ملجم/بروتين .

البقـــــــول	الدقيـــــق	المكون عالى البروتين	المكون عالى النشا
فول الصويا	41.55	82.77	-
فاصوليا ليما	46.81	89.78	19.70
فاصوليا نافى	18.23	53.80	4.06
فاصوليا الشمال	18.08	43.58	4.05
الحمص	18.80	50.61	2.49
اللوبيا	12.20	23.88	4.94
العدس	5.12	11.69	0.99
البسلة	7.61	23.35	1.43
الفول البلدى	4.75	10.71	1.36
فول المانج	9.96	23.03	1.78

Source: Elkowiez and Sosulski (1982) .

وكما يتضح من الجدول 10-12 فإنه يوجد تباين كبير فى محتوى البقوليات المختلفة من مثبط إنزيم التربسين .

وتؤدى عملية نزع القصرة إلى زيادة نشاط مثبط إنزيم التربسين وذلك لتمركزه فى الفلقات حيث يزداد نشاطه بنسبة تتراوح مابين 1.6% إلى 36% كما فى حالة الفاصوليا . وعلى النقيض من ذلك فإن عملية النقع فى الماء أو فى محاليل مختلفة تقلل من نشاط مثبط التربسين بنسبة تتفاوت تبعا لوسط النقع وزمنه ودرجة حرارته . وتؤدى أيضا عملية الإنبات والتى يسبقها عادة النقع إلى تقليل نشاط مثبط إنزيم التربسين إذ تبين إنخفاض الـ TI بنحو 20 إلى 35% عند إنبات فول الصويا وفول المانج . وتؤدى عملية الطهى أيضا إلى تقليل نشاط المثبط بدرجة عالية (غير ثابت حراريا heat labile) تبعا لظروف المعاملة الحرارية ونوع البقول . ويمكن القول بأن المعاملة الحرارية الرطبة تحت ضغط تعطى إنخفاضا قد تصل نسبته إلى 95% من نشاط المثبط مقارنة بالطهى العادى ، وكذلك فإن رفع درجة حرارة التحميص ولفترة زمنية قصيرة يعد أكثر كفاءة فى تثبيط فعل TI مقارنة بإستخدام درجة حرارة منخفضة لزمن أطول فى عملية التحميص .

ولتقليل نشاط الـ TI فإنه من الأوفق إستخدام أكثر من تقنية فى آن واحد فعلى سبيل المثال اشتملت بعض الدراسات على إزالة القصرة والجرش والطحن والتحميص

والنقع والمعاملة الحرارية (القلى) وذلك فى صناعة الفلافل ، وتبين أن نقع مطحون الفول المحمص أعطى أقل نشاط لمثبط إنزيم التربسين بعد عملية قلى أقراص الفلافل حيث إنخفض نشاط الـ TI من 46 إلى 11.3 وحدة مثبط / ملجم بروتين .

10-4-2 حمض الفيتيك Phytic acid

من الوجهة الكيماوية فإن حمض الفيتيك عبارة عن سداسى فوسفات الاينوسيتول ثنائى الايدروجين وهو ينتشر فى جميع البقوليات وعادة ما يتواجد فى صورة ملح أحادى أو ثنائى التكافؤ . ويختزن حمض الفيتيك بمعدل سريع أثناء نضج البذور وذلك بطبقات الأليرون aleurone . ويعد حمض الفيتيك بمثابة المصدر الرئيسى للفوسفور والإينوسيتول فى البذور حيث يمثل الفوسفور الموجود به حوالى 80 % من الكمية الكلية بالبذور .

ويتمثل الدور الحيوى لحمض الفيتيك فى كونه مصدراً للفوسفور ومضاداً للفطريات أثناء الإنبات والنمو حيث يمنع إنتاج الفطريات للسموم الفطرية خاصة الافلاتوكسينات aflatoxins وذلك لأن حمض الفيتيك يعمل كمادة خلب للزنك مما يقلل من إتاحته للفطريات .

ويتركز حمض الفيتيك فى الفلقات بينما تبدو القصرة وكأنها خالية منه وترجع أهمية حمض الفيتيك من الناحية التغذوية كأحد مضادات التغذية فى تقليل إتاحة بعض العناصر الهامة مثل الكالسيوم والماغنسيوم والزنك والحديد والنحاس والفوسفور بالإضافة إلى تكوينه لمعقدات مع البروتين إما مباشرة أو عن طريق قنطرة معدنية من كاتيون ثنائى التكافؤ (أساسا كالسيوم أو ماغنسيوم) .

وتجدر الإشارة إلى أن بروتينات نفس الصنف من البقوليات تتباين من حيث قدرتها على الإرتباط بحمض الفيتيك ، فقد أوضحت الدراسات التى أجريت على بروتينات فول الصويا أن البروتين الذى له معامل ترسيب 11S يكون خاليا من حمض الفيتيك فى حين ان البروتين الذى له معامل ترسيب 7S يتمركز فيه حمض الفيتيك .

وعلى الرغم من عدم وجود ثمة علاقة مباشرة بين محتوى بذور البقوليات من البروتين ومحتواها من حمض الفيتيك إلا أن إرتباط البروتين وحمض الفيتيك يعتمد أساسا على الأس الهيدروجينى pH و/أو الكاتيونات الثنائية ففى الوسط الحامضى يتحمل جزئ البروتين بصافى شحنة موجبة بينما يتحمل حمض الفيتيك بشحنة سالبة الامر الذى يسمح بتكوين معقد بروتين-فيتيك protein-phytate complex ، وتؤدى زيادة الكاتيونات الثنائية خاصة الكالسيوم إلى دخوله كمنافس للبروتين فى معقد البروتين-فيتيك . أما فى الوسط القلوى فنجد ان كلا من البروتين وحمض الفيتيك

يتحملان بشحنة سالبة مما يتيح الفرصة لتكوين معقد ثلاثى من البروتين والمعدن وحمض الفيتيك ternary protein-mineral-phytate complex . ويتضح من ذلك أهمية حمض الفيتيك فى تقليل فرصة تعرض البروتينات وتأثرها بالإنزيمات البروتيوليتية . كما وان إنزيمات التحلل المائى ولكونها بروتينات تعد هى الأخرى متاحة لارتباط حمض الفيتيك بها وينطبق هذا على تثبيط الإنزيمات البروتيوليتية خاصة البيبسين والتربسين وكذا إنزيمات الالفا أميلاز .

وحيث ان فيتات الكالسيوم وفيتات الماغنسيوم لهما القدرة على خلب الزنك والحديد والنحاس فإن إتاحة هذه المعادن لاستفادة الإنسان بها سوف تقل لوجودها فى صورة غير ذائبية فى الماء . وتشير بعض الدراسات إلى حدوث إرتباطات مماثلة بين حمض الفيتيك وبعض الفيتامينات .

ويوضح الجدول 10-13 محتوى حمض الفيتيك فى دقيق البذور الكاملة وكذا فى المكون عالى البروتين والمكون عالى النشا - المتحصل عليهما بالتقسيم الهوائى لبعض البقوليات .

جدول 10-13: محتوى حمض الفيتيك فى دقيق البذور الكاملة والمكون عالى البروتين والمكون عالى النشا لبعض البقوليات (ملجم/جم) .

البقول	الدقيق	المكون عالى البروتين	المكون عالى النشا
فول الصويا	11.64	13.53	-
فاصوليا ليما	5.20	13.64	1.86
فاصوليا نافى	10.03	26.02	1.99
فاصوليا الشمال	10.61	23.14	2.52
الحمص	5.20	12.78	1.48
اللوبيا	7.61	16.36	2.47
العدس	6.39	18.74	1.49
البسلة	7.44	18.88	1.82
الفول البلدى	3.67	8.64	1.61
فول المانج	5.12	14.37	1.58

Source: Elkowicz and Sosulshi (1982)

ويتضح من جدول 10-13 التباين الكبير فى محتوى البقوليات من حمض الفيتيك والذى يبدو مرتفعا فى المكون عالى البروتين كدلالة على إرتباط حمض الفيتيك بالبروتين . ولتمركز حمض الفيتيك فى الفلقات فإن عملية إزالة القصرة تؤدى إلى زيادة محتوى الفلقات نسبيا من حمض الفيتيك مقارنة بالبذور الكاملة . ولأن القدر

الأكبر من محتوى حمض الفيتيك فى بذور البقوليات يكون فى صورة قابلة للذوبان فى الماء (70-90%) فإن عملية النقع تعتبر من التقنيات المهمة لتقليل محتوى البذور من حمض الفيتيك نتيجة لحدوث عملية إرتشاح leaching out . وعلى ذات المنوال فإن عملية الإنبات تقلل من محتوى البذور من حمض الفيتيك نتيجة لنشاط إنزيم الفيتاز phytase ، وعلى العكس من ذلك ولكون حمض الفيتيك ثابتا حراريا heat stable فإن عملية الطهى وحدها لا تقلل من محتوى البذور من حمض الفيتيك إلا بقدر ضئيل وكنتيجة للإرتشاح وليس بالتحطيم .

3-4-10 التانينات Tannins

تطلق لفظة تانينات tanninss مجازا على جميع المركبات الفينولية التى لها وزن جزيئى أكبر من 500 دالتون وتتحلل مائيا بمساعدة الإنزيمات لتعطى سكر وحمض كربوكسيلى فينولى phenol carboxylic acid .

وتتركز التانينات بالبقوليات فى البريكارب والقصرة ويختلف محتواها فى البقوليات إختلافا كبيرا تبعا للصنف ، وعامة فإن الأصناف البيضاء تكاد تخلو من التانينات (أمكن عن طريق التحسين الوراثى إستنباط أصناف خالية من التانينات) . وتتركز التانينات أساسا فى القصرة فعلى سبيل المثال نجد أن الفاصوليا الملوثة تحتوى على كمية تتراوح من 33.7-282.8 كاتيكين مكافئ/100 جم بالنسبة للبذور الكاملة فى حين أن البذور المناظرة منزوعة القصرة تحتوى على 10-28.7 كاتيكين مكافئ/ 100 جم أى أن عملية نزع القصرة تؤدى إلى خفض نسبة التانينات بما يعادل من 72-95% من الكمية الأصلية وننوه إلى أنه ليس هناك بالضرورة ثمة علاقة تربط بين كثافة لون القصرة ومحتوى البذور من التانينات فعلى سبيل المثال تحتوى بذور الفاصوليا الحمراء الفاتحة (light red) على نسبة عالية من التانينات مقارنة ببذور الفاصوليا الحمراء الغامقة (dark red) أضف إلى ذلك فانه يوجد تفاوت كبير فى محتوى الأنواع المختلفة من البقوليات من التانينات ، ففى العدس يتراوح المحتوى من 0.183 إلى 0.878% أما فى الفول البلدى فيتراوح محتوى التانينات من 0.44 إلى 1.5٪ ، فى حين يحتوى فول الصويا على 0.482% من التانينات .

والتانينات مركبات مقاومة للحرارة heat resistant ، ولها القدرة على تكوين معقدات مع كل من البروتين والكربوهيدرات وذلك بواسطة الروابط الهيدروجينية ، وفى هذا الصدد فإن ميل التانينات للإرتباط بالبروتين يكون أكبر من الإرتباط بالكربوهيدرات ذلك لأن الميل لتكوين روابط هيدروجينية يكون أقوى ناحية الأكسجين الكربونيلى الموجود فى الرابطة الببتيدية . ويتوقف تكوين معقدات بين

التانينات والبروتينات على تركيز كل منهما وكذا الأس الهيدروجينى pH . ولأن مثل هذا الإرتباط بين البروتين والتانينات يعتبر إرتباطاً غير متخصص فإنه من الممكن تكوين معقدات بين البروتينات الإنزيمية والتانينات ، وهو الأمر الذى يؤدى إلى تثبيط إنزيم التربسين والالفا أميلاز . ويمكن القول بأن التانين يعتبر من مثبطات التربسين المقاوم حراريا . وقد أوضحت دراسات نظم النماذج model system التى أجريت على إرتباط التانينات بالنشا إمكانية حدوث هذا الإرتباط ومن ثم خفض النسبة المئوية لهضمية النشا بدرجة عالية المعنوية . ويتضح مما تقدم أن للتانينات تأثيرات سلبية من الناحية التغذوية إذ يكون فى مقدورها تكوين معقدات مع كل من البروتينات وبعض النظم الإنزيمية فى القناة الهضمية وكذا النشا مما يؤثر سلبا على هضمية كل من البروتين والنشا فى الوجبة الغذائية ومن ثم عدم الإستفادة الكاملة منهما . ونظرا لتمركز التانينات فى القصرة ولأن معظم هذه التانينات مركبات ذائبة فى الماء فإن التقنيات التى عادة ما تتبع قبيل تناول البقوليات يكون من شأنها تقليل محتوى التانينات بالبقوليات ، فعملية إزالة القصرة مثلا تقلل محتوى التانينات بالبذور بنسبة تتفاوت بين 68-95% فى حين تؤدى عملية النقع إلى خفض محتوى التانينات فى بذور البقوليات بنحو من 23-95% وذلك تبعا لنوع البقوليات وظروف النقع اما عملية الطهى فتؤدى إلى تقليل محتوى التانينات جوهريا ففى حالة الفول البلدى حدث إنخفاض تراوح بين 50-54% للبذور سهلة الطهى بينما تراوح الإنخفاض بين 40-49% للبذور صعبة الطهى وذلك تبعا لدرجة حرارة وزمن الطهى ، غير أن حوالى من 90-97% من محتوى التانينات ظل موجودا فى مخلوط الفول المطهى مع سائل الطهى ويعزى ذلك إلى الثبات الحرارى للتانينات . وفى دراسة أجريت على بذور الفاصوليا حيث تم طهى البذور الكاملة ، البذور منزوعة القصرة ، القصرة كل بمفرده أوضحت النتائج أن محتوى تلك المكونات من التانينات كان على النحو التالى 1.58 ، 0.62 للبذور الكاملة ، 1.08 ، 0.42 للبذور منزوعة القصرة ، 2.88 ، 2.7 ملليجم / جم للقصرة وذلك قبل وبعد الطهى على الترتيب لمدة 60 دقيقة عند 100°م بمعنى آخر فإن محتوى التانينات فى البذور الكاملة والبذور منزوعة القصرة قد إنخفض بنسبة 60% فى حين لم يتعد الإنخفاض المناظر فى القصرة نسبة 6% مما يؤكد أن التانينات الموجودة فى الفلقات هى التى تأثرت اساسا بعمليات الطهى .

10-4-4 عوامل الانتفاخ

Flatulence factors or flatus producing factors

تعتبر عوامل الإنتفاخ من أهم الأسباب التى تؤدى بالإنسان - خاصة فى الدول المتقدمة - إلى الإحجام عن تناول البقوليات إذ يؤدى إستهلاك الأخيرة إلى إنتاج كمية محسوسة من الغازات فى الأمعاء وهذه العوامل المسببة للإنتفاخ هى عبارة عن سكريات محدودة يعتبر الرافينوز أهمها ولذا فقد يطلق عليها اسم عائلة الرافينوز raffinose family ، وهى تضم بالإضافة إلى الرافينوز سكريات مثل stachyose (بصورة أساسية) والفرباسكوز verbascose وتتكون هذه السكريات عن طريق إضافة وحدات من D-α, glacto-pyranosyl إلى السكروز عن طريق رابطة جالاكتوسيدية الفا 1-6 .

ونظرا لغياب النظم الإنزيمية التى تحفز تحلل عائلة الرافينوز فى أمعاء الإنسان فإن البكتيريا اللاهوائية تعمل على هذه السكريات وتخمرها منتجة غازات الهيدروجين وثانى أكسيد الكربون والميثان بالأمعاء .

وتختلف البقوليات فى محتواها من الرافينوز والاستاكيوز كما يتضح فيما يلى:

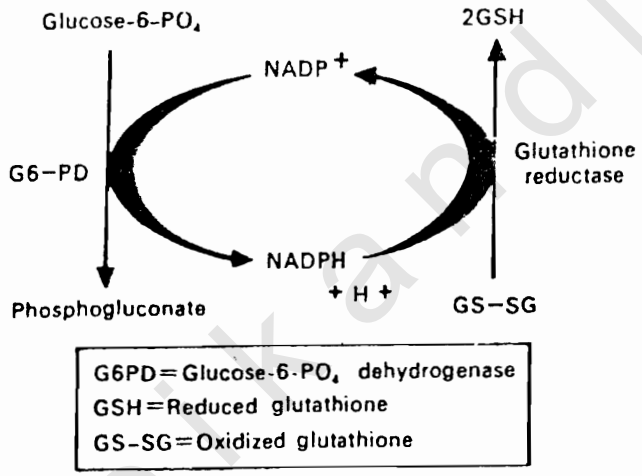
البقـــــول	الرافينوز (%)	الاستاكيوز (%)
فول الصويا (بذور صغيرة)	0.99-0.89	4.87-4.33
فول الصويا (بذور كبيرة)	0.66-0.52	3.18-2.71
فول المانج	0.45	2.19
الحمص	0.66-0.36	1.85-1.06

وتعتبر عملية النقع المتبوعة بالطهى من التقنيات المفيدة لتقليل محتوى بذور البقوليات من سكريات عائلة الرافينوز إذ تؤدى عملية النقع أو الطهى إلى خفض محتوى الرافينوز والاستاكيوز بنحو 20% بينما يؤدى النقع المتبوع بالطهى إلى خفض محتواهما بحوالى 50% أما إذا أريد التخلص نهائيا من تلك السكريات فإنه يمكن تحقيق ذلك عن طريق الإنبات إذ أوضحت الدراسات التى أجريت على فول الصويا وفول المانج إختفاء الرافينوز والفرباسكوز تماما بعد أربعة أيام من الإنبات .

obeikandl.com

10-4-5 : العوامل المساعدة للفافيزم Favism inducing factors

يحدث مرض الفافيزم نتيجة لتناول الفول البلدى خاصة فى دول الشرق الأوسط وتتأتى خطورة هذا المرض من حدوث أنيميا بسبب تحلل كرات الدم مما يؤدى إلى هزال وشحوب لون المصاب . وتوضح الإحصاءات أن نحو ثلثى حالات الإصابة بهذا المرض ترجع إلى تناول الفول الأخضر بينما يمثل الثلث الباقى للمصابين أولئك الذين تناولوا الفول مطهيا. والأشخاص المعرضون للإصابة بهذا المرض يعانون وراثيا من نقص إنزيم جلوكوز-6-فوسفات دى هيدروجينيز glucose-6-phosphate dehydrogenase حيث أن هذا الإنزيم يعتبر مسئولا خلال تحول $NADP^+$ إلى $NADPH + H^+$ (خلال مسار فوسفات البنتوز pentose phosphate chant) والذى يعتبر مسئولا عن تحفيز عملية إختزال الجلوتاثيون المؤكسد ليعطى الجلوتاثيون المختزل والأخير يعتبر بمثابة المكون الأساسى للغشاء الخلوى المكون لكرات الدم الحمراء (شكل 10-8)



شكل 10-8 التفاعلات الميتابوليزمية التى تتحكم فى مستوى الجلوتاثيون المختزل GSH فى الدم .

Source: Liener (1983).

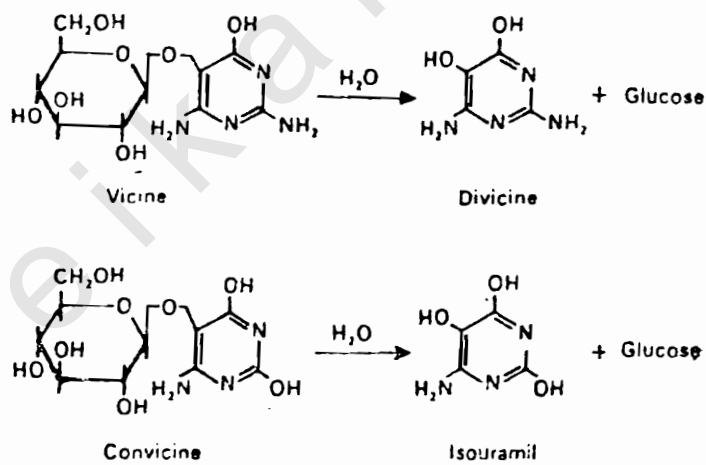
فعند تناول الشخص الذى يعانى من النقص الوراثى فى إنزيم الجلوكوز-6-فوسفات دى هيدروجينيز للفول البلدى فإن الأخير يحتوى على الفيسين والكونفيسين vicine and convicine (يتحولان داخل الجسم إلى أيزويورااميل isouramil وثنائى فيسين divicine نتيجة لعملية تحلل مائى بواسطة إنزيمات بيتا جليكوسيداز فى الأمعاء الدقيقة) ؛ والمركبات الناتجة تؤدى إلى أكسدة سريعة يتحول من خلالها الجلوتاثيون المختزل إلى الجلوتاثيون المؤكسد أى :

$$2GSH \rightarrow GS\text{-}SG .$$

ونظراً لعدم وجود إنزيم الجلوكوز-6-فوسفات دى هيدروجينيز فى الأشخاص المعرضين للإصابة بالفافيزم فإنه لا يحدث إختزال مرة أخرى ومن ثم فإنه لا يتم تعويض كرات الدم الحمراء المتحللة بكرات دم حمراء جديدة نظراً لعدم توفر الجلوتاثيون المختزل والذى يعتبر بمثابة المكون الأساسى للغشاء الخلوى لكرات الدم الحمراء :

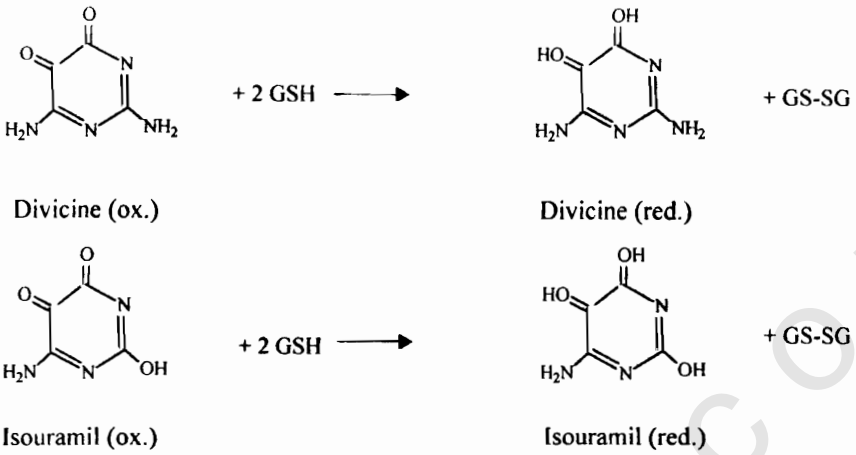
$$GS\text{-}SG \rightarrow 2\ GSH$$

ويوضح الشكل 10-9 الصيغ البنائية للمركبات التى تساعد على حدوث الإصابة بمرض الفافيزم . كما يوضح الشكل 10-10 التفاعلات التى توضح دور داى-فيسين والأيزوبيوراميل فى خفض مستوى الجلوتاثيون المختزل . وقد أوضحت الدراسات تباين تركيز كل من الفيسين والكونفيسين فى الفول البلدى ومركزات ومعزولات بروتيناته (جدول 10-13) .



شكل 10-9 : الصيغ البنائية للفيسين والكونفيسين وتحللهما إلى داى-فيسين والليسويوراميل داخل الأمعاء الدقيقة للإنسان .

Source : Liener (1983).



GSH = Reduced glutathione
GS-SG = Oxidized glutathione

شكل 10-10 : التفاعلات التى توضح دور الداى-فيسين والأيزوبيوراميل فى خفض مستوى الجلوتاثيون المختزل وتحوله لجلوتاثيون مؤكسد .

Source : Liener (1983).

جدول 10-13 : تركيز الفيسين والكونفيسين فى كل من الفول البلدى ومركز ومعزولات بروتيناته (جرام/100 جم جاف) .

المكـــــــون	الفيسيـــن	الكونفيسيـــن	المصـــدر
دقيق فول بلدى			
Major	0.35	0.23	أ
Minor	0.75	0.23	أ
مركز بروتين الفول	1.66	0.51	أ
معزول بروتين الفول	0.04	0.02	أ
مكون عالى البروتين	1.03	0.45	ب
مكون عالى النشـــا	0.24	0.15	ب

Source : D, Aquine *et al* (1981) المصدر (أ)

Elkowicz and Sosulski (1982). المصدر (ب)

وتجدر الإشارة إلى أن بعض الأدوية مثل الأسبرين ومركبات السلفا وأدوية الملاريا لها ذات التأثير المثبط لنشاط إنزيم جلوكوز-6-فوسفات دى هيدروجينيز ومن ثم فإن تناول الأشخاص الذين يعانون وراثيا من نقص هذا الإنزيم يكونوا معرضين لظهور ذات الأعراض على الرغم من عدم تناولهم للفول البلدى .

obeikandl.com

10-4-6: ملبدات الهيم Haemagglutinin

توجد فى البقوليات مركبات تعرف باللاكتينات lectins والتى يكون فى مقدورها الارتباط بأنواع معينة من السكاكر على سطح الخلايا (سكاكر عديدة ، جليكوبروتينات) مما يؤدى إلى تجلط كرات الدم الحمراء.واللاكتينات عبارة عن جزيئات عضوية تتراوح أوزانها الجزيئية من 100-150- الف دالتون ، وعادة فإنها تتكون من أربع تحت وحدات subunits (عدا فى العدس وفاصوليا الليما حيث تتكون اللاكتينات بهما من تحت وحدتين فقط).وكل تحت وحدة تحتوى على مركز واحد للإرتباط بالسكر، وتجدر الإشارة إلى أنه ليس بمقدور تحت وحدة واحدة بمفردها أن تجلط الدم أو ترسب الجليكوبروتينات .

ويمكن القول بان اللاكتينات عبارة عن جليكوبروتينات تحتوى على نحو من 4-10% كربوهيدرات فى أغلب الحالات وعلى الرغم من أن للاكتينات دورا فسيولوجيا هاما للنبات حيث تعمل كمادة مضادة للبكتريا الموجودة بالتربة ، فانها تعمل أيضا كمخزن للسكاكر وحماية النبات من الفطريات .

وإذا ما ارتفعت نسبة اللاكتينات فى البقوليات التى يتناولها الانسان فانها تسبب التسمم الذى قد يؤدى إلى الوفاة حيث أن اللاكتينات ترتبط بالمراكز المتخصصة بالاستقبال على سطح خلايا الأمعاء الدقيقة مما يعيق عملية إمتصاص الغذاء المهضوم من جدر الأمعاء الدقيقة ومن ثم يتوقف النمو الذى يعقبه الموت. ويوضح الجدول 10-14 النشاط الملبد للهيم فى بعض البقوليات.

جدول 10-14: النشاط الملبد للهيم (وحدة/ملجم) للدقيق والمكون الغنى بالبروتين والمكون الغنى بالنشا لبعض البقوليات .

البقول	دقيق	مكون غنى بالبروتين	مكون غنى بالنشا
فول الصويا	77.43	0.44	—
فاصوليا ليما	0.89	1.32	0.30
فاصوليا نافى	46.12	103.99	1.94
فاصوليا الشمال	16.76	28.73	0.94
الحمص	7.89	9.84	1.46
اللوبيا	1.99	3.94	0.34
العدس	14.61	30.47	0.69
البسلة	15.06	39.99	1.90
الفول البلدى	10.55	20.15	2.98
فول المانج	3.42	9.02	0.26

Source :Elkowicz and Sosulski (1982).

ويتضح من جدول 10-14 إرتفاع النشاط الملبد للهيم فى الشق الغنى بالبروتينات كما يتضح التباين الكبير فى محتوى البقوليات من اللاكتينات . ومن أخطر أنواع اللاكتينات المعروفة هو الريسين ricin والذى يوجد فى فول الكاستر caster bean حيث يتميز هذا المركب بسميته العالية حتى فى التركيزات متناهية الضآله (0.001 ميكروجرام / جم) وشدة سميته تعادل ألف مرة قدر سمية أى لاكتين آخر .

وقد تبين أن معاملات الطهى خاصة تلك التى تستعمل فيها الحرارة الرطبة تحت ضغط تقضى تماما على النشاط الملبد للهيم فى البقوليات كذلك فقد تبين أن عملية النقع قبيل الطهى كان لها أكبر الأثر فى تحطيم اللاكتينات.

10-4-7: مثبطات إنزيمات الألفا أميلاز α-Amylase inhibitors

توجد فى البقوليات مركبات تثبط الفعل التحفيزى لإنزيمات الألفاأميلاز . وتتفاوت الأنواع المختلفة من البقوليات فى محتواها من هذه المثبطات إذ تحتوى الفاصوليا على أعلى تركيز بينما يحتوى الحمص على التركيز الأقل من هذه المثبطات .

وقد أوضحت الدراسات ان مثبطات إنزيم الالفاأميلاز تسبب إنخفاضا عالى المعنوية فى هضمية النشا بالوجبة الغذائية،وقد تبين أن النشاط التثبيطى لأميلاز البنكرياس يكون أكبر من مثيله لأميلاز اللعاب . ولأن مثبط الأميلاز يتركز فى فلقات بذور البقوليات فإن عملية إزالة القصرة تؤدى إلى زيادة نسبية فى نشاط المثبط تصل إلى نحو من 84% الى 89% مقارنة بنشاطه فى البذور الكاملة . وتعتبر عملية الطهى بمثابة التقنية المفيدة فى التخلص من نشاط مثبطات إنزيمات الالفاأميلاز حيث يؤدى الطهى الجيد على 100°م إلى التخلص التام من المثبط ، أما فى الحمص فإن الغلى لمدة 10 دقائق فقط تكون معاملة كافية للتخلص من كل المثبط . وقد عزل مثبط الالفاأميلاز من الفاصوليا وتمت تنقيته وأثبتت الدراسات أن المثبط له وزن جزيئى يقدر بنحو 25 كيلو دالتون ونشاطه النوعى يعادل 544 وحدة/ ملجم والمثبط عبارة عن جليكوبروتين يتكون من أحماض أمينية تشمل الجلوتاميك و الأسبارتك والليسين بالاضافة الى 3.2 % كربوهيدرات .

ويعتبر حمض الفيتيك مثبطا لا تنافسيا لإنزيم الالفاأميلاز والذى يحتاج إلى عنصر الكالسيوم لتثبيت التركيب الفراغى الخاص به ، لذا فإن خلب الكالسيوم عن طريق حمض الفيتيك يحول دون عملية التثبيت هذه مما يؤدى إلى تثبيط إنزيم الالفاأميلاز بعيدا عن المركز الفعال .

10-4-8: الجليكوسيدات السيانوجينية Cyanogenic glycosides

أكتشفت هذه الجليكوسيدات فى فاصوليا الليما إبان الحرب العالمية الاولى وأطلق عليها فاصوليوناتين Phaseolunatin، ويحدث لهذه الجليكوسيدات تحلل سريع عند إجراء عملية الطهى فى الماء فتعطى الهيدروسيانيد HCN السام الذى سرعان ما يتبخر بالحرارة، كما وأن الحرارة تحطم الإنزيم الذى يحفز تكوين HCN ، بمعنى أن للحرارة تأثيرين أولهما تحليل سريع للـ HCN . و تبخير معظمه و ثانيهما تحطيم الإنزيم المسئول عن تحفيز تكوين الـ HCN . وتجدر الإشارة إلى أن الفاصوليوناتين الناتجة من 100 جرام من فاصوليا الليما تعطى من نحو 210-312 ملجم HCN لذا فإن مثل هذه الأصناف تعتبر سامة حيث أن أقصى تركيز يسمح به HCN هو من 14-16 ملجم/100جم، ومن حسن الحظ أن كمية الـ HCN فى باقى البقوليات لاتتعدى 2.5 ملجم /100جم فنجدها فى البسلة 2.3 ملجم/100جم وأصناف الفاصوليا الأخرى بخلاف الليما 2 ملجم/100جم وفى الحمص 0.8 ملجم/100 جم. إلا أن خطورة تناول الإنسان للبقوليات المحتوية على مستوى مرتفع من الجليكوسيدات السيانوجينية تكمن فى أنه على الرغم من أن المعاملة الحرارية تحطم الإنزيم المسئول عن تحفيز تكون الـ HCN بالأضافة إلى أنها تسبب تطايره الا أن وجود ميكروفلورا أو نظم إنزيمية فى الأمعاء تحلل الجليكوسيدات السيانوجينية يمكن أن تحدث التسمم.

10-4-9 : العوامل المضادة للفيتامينات Anti-vitamin factors

تبين إحتواء بعض أنواع البقوليات على مركبات تعمل كمضادات للفيتامينات ، فعلى سبيل المثال أوضحت بعض الدراسات أن فول الصويا المعامل حراريا أو معزول بروتيناته قد يسبب الكساح فى الدواجن التى تتناول فى علائقها فول الصويا مالم يضف الى الوجبة فيتامين D_3، كذلك فقد تبين وجود مواد مضادة لفيتامين E وهى توجد فى الفاصوليا ومعزولات بروتيناتها حيث أدت إلى خفض مستوى التوكوفيرول بالبلازما . ويمكن القول بأن المعاملة الحرارية الجيدة تكفى للتخلص من المواد المضادة لفيتامينات A, D_3 فى فول الصويا. من ناحية أخرى فقد أشارت الدراسات إلى ضرورة إضافة فيتامين B_{12} إلىعلائق الحيوانات التى تحتوى على فول الصويا مما يشير الى إحتمال إحتواء فول الصويا على عوامل مضادة لفيتامين B_{12}.

10-4-10: السابونين Saponin

هى عبارة عن جليكوسيدات أكتشف منها ستة أنواع فى فول الصويا حيث تتواجد به بتركيز يقترب من 2% وجميع هذه الأنواع لها تركيب رئيسى واحد وهو3,2-ثنائى هيدرو-5,2- ثنائى هيدروكسى-6 ميثيل-4 هيدروبيران-4 أون : 2,3-Dihydro-2,5-dihydroxy-6-methy1-4*H*-pyrane-4.one (DDMP). وتختلف هذه الأنواع تبعاً لتركيب DDMP،ومن أشهر أنواع السابونين (وجميعها تحمل مقطع صويا soya لأنه تم عزلها أولا من فول الصويا) سابونين الصويا (1)(I) soya saponin ، سابوجينال الصويا soya sapogenal سابونين الصويا (5) (V) soya saponin.

والسابونين يتمركز فى فلقات فول الصويا كما وأنه يتواجد فى طبقة الإيبكوتيل للبذور البقولية الأخرى التى تحتويه. والسابونين يقلل من معدل النمو الطبيعى حيث أن إرتفاع تركيزه قد يقلل من معدل إستهلاك الفرد من الغذاء كما وأنه يكون معقدات غير ذائبة من السابونين والمعادن وخاصة الحديد وهذه بدورها يكون لها نشاط تحللى للدم hemolytic activity، وقد أشارت الدراسات التى أجريت على 40 عينة من البسلة منزوعة القصرة إلى أن محتوى السابونين بها يتراوح بين 0.82 ، 2.50 ملجم/جم من سابونين الصويا (I) بمتوسط 1.5 ملجم/جم وأن هذا المحتوى ينخفض بدرجة ملحوظة مع تقدم النضج . ويوضح الجدول رقم 10-15 تركيز السابونين فى بعض البقوليات .

جدول 10-15 : تركيز السابونين فى بعض البقوليات (ملجم/جم) .

البقول	سابونين الصويا (I)	سابونين (V)	سابوجينال الصويا
ترمس	0.00	0.00	0,00
عدس	0.69	0.00	0.34
حمص	0,74	0.00	0.36
فاصوليا	0,00	2.50	1.21
فول بلدى	0.04	0.00	0.02

Source : Ayet *et al.* (1996).

وتؤدى عملية التقسيم الهوائى إلى تركيز السابونين بالمكون عالى البروتين حيث يلاحظ ذلك فى إرتفاع قيمة النشاط التحللى hemolytic activity (HA) فى ذلك المكون مقارنة بالبذور الكاملة والمكون عالى النشا .

ويوضح الجدول رقم 10- 16 النشاط التحللى للســـابونين فـــى بعـــض البقوليـــات ومكوناتها عالية البروتين وعالية النشا .

جدول 10-16 : نشاط السابونين التحللى للدم فى بعـــض البقوليـــات ومكوناتـــها عاليـــة البروتين وعالية النشا (وحدة نشاط) .

البقـــــــــــول	دقـــــيق كامل	مكون عالي البروتين	مكون عالي النشا
فاصوليا ليما	5.9	12.9	0.0
فاصوليا نافى	12.6	16.1	5.9
فاصوليا الشمال	7.8	16.1	0.8
الحمص	0.5	3.8	0.0
اللوبيا	12.8	16.2	5.8
العدس	5.6	12.6	0.5
فول المانج	0.8	2.4	0.0

Source : El Kowicz and Sosulski (1982).

وتعد عملية الإنبات أفضل المعاملات التكنولوجية لتقليـــل محتـــوى البـــذور مـــن السابونين حيث يصل الإنخفاض الى 71% ، بينما تؤدى عملية طهى البذور المنبتة إلى رفـــع نسبة الإنخفاض الى 77% .

وتجدر الإشارة إلى أن النقع فقط يقلل محتوى البذور من السابونين بنسبة قد تصـــل إلى 13٪ فى حين أدت المعاملة الحرارية بمفردها دون نقع إلى خفض النشاط التحللى للدم للسابونين، ويلاحظ أن استخدام الحرارة تحت ضغط يعد أفضل من استخدام الطهى العادى حيـــث إزداد معدل الإنخفاض فى النشاط التحللى (HA) فى الحالة الأولـــى (44%) عنـــه فـــى الثانيـــة (25%).

10-4-11 : الجوتيروجينات Goitrogens

هى عبارة عن ببتيدات محدودة صغيرة الوزن الجزيئي تتكـــون فـــى العادة مـــن حامضين إلى ثلاثة أحماض أمينية أو جليكوببتيد يتكون من واحد أو إثنيـــن مـــن الأحمـــاض الأمينية بالإضافة إلى السكر .

وبالرغم من أن وجود هذه المركبات فى الغذاء ليس شائعا فى البقوليات إذ توجد فى الكرنب والقنبيط و بذور اللفت و بذور المستردة إلا أنها توجد أيضا فى فول الصويا والفول السودانى .

وهذه المركبات تسبب تضخم الغدة الدرقية حيث أن الميتابوليزم الخاص بها يحتاج إلى عنصر اليود وهذا يأتى عن طريق اليود المتاح بالغدة الدرقية . و قد ظهر هذا فى الأطفال الذين يتناولون لبن الصويا. كما وجد أن هذه المركبات مقاومة بدرجة كبيرة للحرارة حيث لم تؤد معاملة التعقيم إلى تحطيمها .

10-4-12 : اللاذاروجينات Lathyrogenes

جاءت تسمية اللاذاروجينات من البسلة صنف (*Lathyrous sativus*, kesari del, vech). حيث توجد المركبات المسئولة عن حدوث المرض والذى أطلق عليه أيضا Lathyrism وهو مرض يصيب البالغين (15-45 سنة) ويسبب شللا عصبيا وترنحاً فى السير وربما الوفاة . و قد تم عزل هذه المركبات و منها :

β(N-γ-glutamyl)amino propionitrile, di-amino propionic acid, diamino-butyric acid وقد ظهر نوع آخر فى صنف sweet pea سبب تشوة الهيكل العظمى لفئران التجارب .

10-5 : مركزات و معزولات البروتينات من البقوليات

Protein concentrates and isolates from legumes

نظراً لارتفاع نسبة البروتين فى بذور البقوليات فإنها تستخدم كمصدر جيد لتحضير مركزات البروتين protein concentrates و تلك يمكن تحضيرها أساسا بطريقة التقسيم الهوائى air classification أو تحضير معزولات البروتينات protein isolates والتى يمكن تحضيرها وتنقيتها بعديد من الطرق منها الترسيب بالاملاح ، الترسيب عن طريق خفض القوة الأيونية ، الترسيب بالحرارة ، الترسيب عند نقطة التعادل الكهربى ، إستخلاص البروتينات فى وجود الإنزيمات المحللة للبروتين ، الترشيح فوق العالى ، الترشيح الجيلى وسنحاول هنا إعطاء فكرة موجزة عن كل من الطرق سالفة الذكر :

obeikandl.com

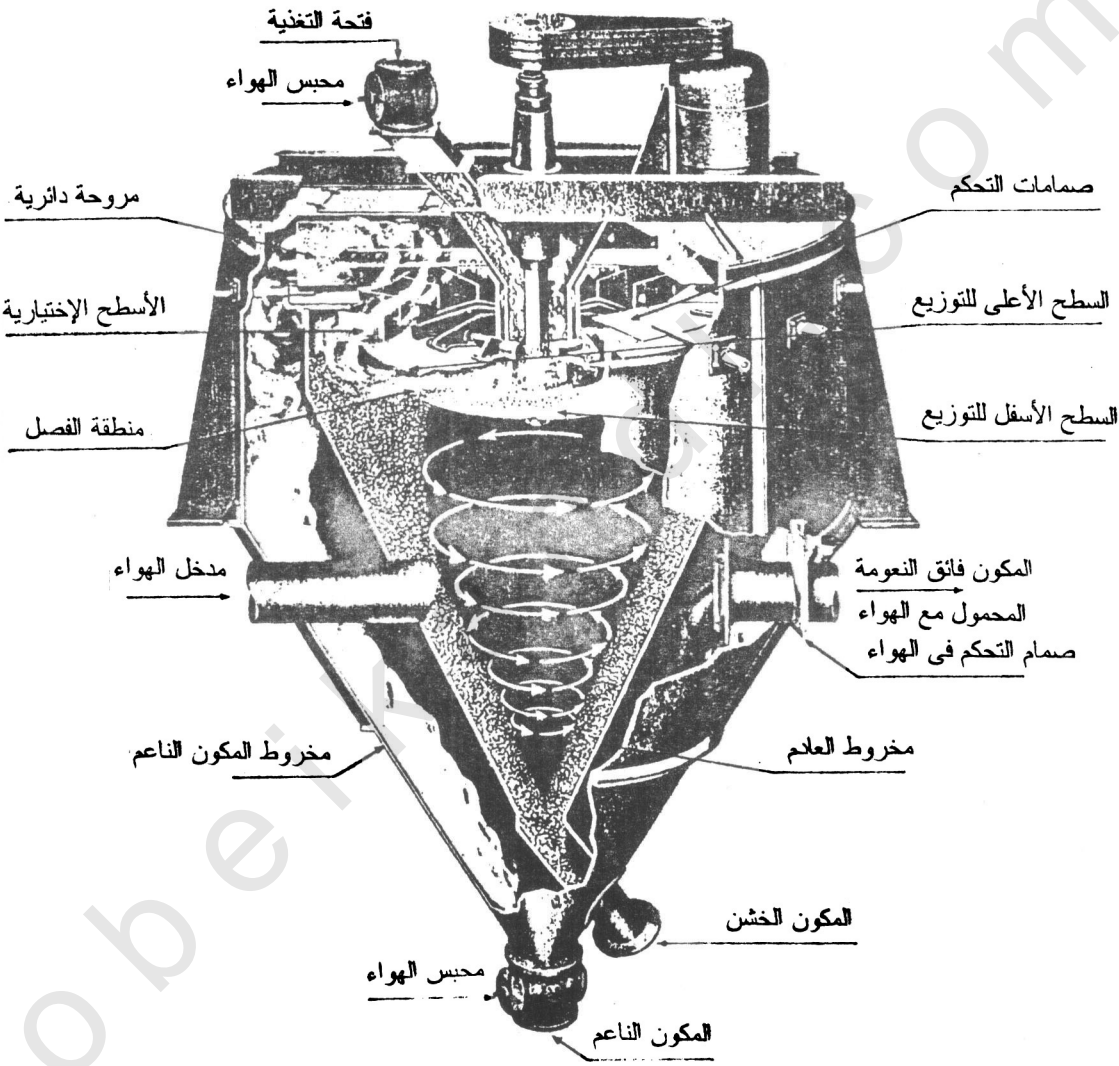
10-5-1 طريقة التقسيم الهوائى لتحضير مركزات البروتين
Air classification for preparing protein concentrates

يمكن فصل مكونات دقيق البقوليات بواسطة طريقة التقسيم الهوائى ، وهى عملية يتم فيها نثر dispersion المساحيق فى تيار من الهواء وفصل مكوناتها تبعاً لمقاس الجسيمات particle size وبالنسبة للجسيمات الصغيرة فإن عمليات التقسيم تكون أفضل ما يمكن فى مجال من الطرد المركزى centrifugal field فى حين تعمل القوة المضادة للقوة الطاردة المركزية وقوى الإحتكاك frictional forces على حدوث الفصل الكامل ، حيث يتم فصل الجسيمات الخشنة coarse أى الثقيلة (النشا) بواسطة قوة الطرد المركزى ويتم قذفها ejection من تيار الهواء ، فى حين تفصل الأجسام الناعمة fine أى الخفيفة (البروتين) بفعل قوى الإحتكاك أو مقاومة الإنسياب fluid resistance لتيار الهواء حيث تظل معلقة ومن ثم يمكن فصل الجسيمات الخشنة (النشا) عن الجسيمات الناعمة (البروتين) . ويبين الشكل رقم 10-11 رسماً توضيحياً للمقسم الهوائى air classifier .

وتتأثر كفاءة عملية الفصل أو التقسيم الهوائى بالعوامل التالية :

أ- قوة حقل الطرد المركزى
ب- سرعة تيار الهواء
ج- معدل تغذية المقسم الهوائى
د- مقاس القطع المفصولة

obeikandl.com



شكل 10-11 رسماً تخطيطى يوضح جهاز المقسم الهوائى Air classifier .

ويعرف مقاس القطع cut size بأنه مقاس الجسيمات التى لـــها فـرص متســاوية للفصل مع كل من الجسيمات الناعمة والخشنة . ونظريا فإن كل الجسيمات التى لـــها مقــاس اكبرمن مقاس القطع تكون خشنة فى حين أن كل الجسيمات ذات المقاس الأصغـــر لمقــاس القطع تكون ناعمة، بيد أنه من الناحية العملية فإن ثمة تداخلا محسوسا يحدث بين المكونـــات (القطفات)fractions الناعمة والخشنة .

ويمكن بإستخدام المقسم الهوائى فصل مكونات دقيق الحبوب والبقوليات وكذا البذور الزيتية (فول الصويا) إلى مكونين أساسيين: الأول غنى بالنشا والثانى غنى بالبروتين. وتفصل الجسيمات الأصغر مع المكون البروتينى . فبالنسبة لدقيق البقوليـــات فـإن الجســيمات ذات الأقطار الأصغر مـــن 10-15 ملليمكرون تكون عبارة عـــن أجســام بروتينيـــة protein bodies أو تجمعات aggregates منها، ولذا فإنها تفصل مع المكون البروتينى فـــى حيـــن تتواجد الجسيمات ذات الأقطار الأكبر فى المكون النشوى.

و يوضح الشكل 10-12 خطوات فصل مكونات دقيق البقوليات بطريقـــة التقســيم الهوائى :

البذور الكاملة ← إزالة القصرة ← ضبط المحتوى الرطوبى

dehulling % 0.41 ± 9

↓

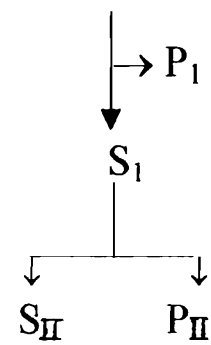
الطحن بواسطة الطاحونة ذات المسامير pin mill

معدل التغذية 2.5 كجم /ق ،

عدد اللفات فى الدقيقة RPM

11500 ،6000

التقسيم الهوائى ←



شكل 10-12 : خطوات فصل البروتين والنشا من دقيق البقوليات بواسطة التقسيم الهوائى.

P_{II} , P_I مكونات غنية بالبروتين S_{II} , S_I مكونات غنية بالنشا

وقد أوضحت دراسات تيلر وآخرون Tyler *et al* (1984) أن زيادة مقاس القطع cut size قد أدت بصفة عامة إلى ما يأتى :

أ - زيادة الناتج من المكون الناعم (البروتين) .

ب- زيادة محتوى النشا فى كل من المكونين الناعم والخشن .

ج- نقص محتوى البروتين فى كل من المكونين الناعم والخشن .

د - نقص كفاءة فصل النشا .

هـ تحسين كفاءة فصل البروتين .

وقد أوضح العديد من الباحثين أن كفاءة إستعادة البروتين (70-80٪) وكفاءة إستعادة النشا (88-93٪) من الفول البلدى والبسلة كانت أعلى بإستخدام الطرق الجافة مقارنة بالأرقام المناظرة (73-79٪) المتحصل عليها بإستخدام طرق المعاملة الرطبة ، غير أن الطرق الرطبة كانت أعلى كفاءة فى إزالة العوامل المضادة للتغذية antinutritional factors الموجودة طبيعيا بالبقوليات والتى سبق لنا الحديث عنها .

وتبين أن مركزات البروتين التى تم تحضيرها من الفول البلدى والبسلة بطريقة التقسيم الهوائى قد أدت إلى تقليل فقد الطبخ Cooking loss إلى قيم يمكن أهمالها بالنسبة لباتيه اللحم المقلى الذى تم أستبدال 30% من اللحم فيه بمركزات بروتينية من البقوليات . وتحتوى نواتج التقسيم الهوائى على نحو 20 إلى 25% من النشا و الذى قد يكون مسئولا بدرجة جوهرية عن صفات ربط الماء والدهن لهذه المنتجات .

وقد أوضح التقويم الحسى sensory evaluation لباتية اللحم البقرى المحتوى على الفول البلدى وجود نكهة غير مرغوبة بسبب نشاط إنزيم lipoxygenase فى الفول (وهى نكهة تماثل وجود فول الصويا) . ويمكن التغلب على هذه النكهة بإجراء تحليل مائى إنزيمى جزئى للمستخلص البروتينى وذلك بإستخدام أنزيم بروتيوليتى (إنزيم محلل للبروتين) proteolytic enzyme معزول من مصدر ميكروبى وهو *Penicillium duponti* .

وقد تبين أن المخاليط التى تحتوى على اللبن الفرز وبروتين الفول البلدى (والتى يمثل الفول البلدى بها نحو من 15 إلى 45%) قد أظهرت سعة إستحلاب emulsifying capacity جيدة وكذا ثبات الرغوة foam stability بالإضافة إلى القدرة على تكوين الجل gellation .

10-5-2 تحضير معزولات البروتين Protein isolates

إنتشر فى الحقبة الأخيرة إستخدام منتجات فول الصويا فى النظم الغذائية لما لبروتيناتها من خواص وظيفية جيدة ، أضف إلى ذلك التكلفة الإنتاجية المنخفضة لمثل هذه البروتينات . وتجدر الإ شارة الى أ نه بجانب الأهتمام بالقيمة التغذوية لمنتجات الصويا كجزء من الانظمة الغذائية فإنه يتحتم الإهتمام بالصفات الوظيفية ذلك لأن الأمر يتطلب إجراء تحويرات رئيسية فى تصنيع المنتجات الغذائية التى يدخل فيها فول الصويا . و قد تم بالفعل تطوير بعض منتجات فول الصويا المحتوية على مركزات ومعزولات البروتين والتى لها خواص تضاهى بعض منتجات اللحوم وهو الأمر الذى شجع على إنتشار أستخدام بروتينات الصويا ولاسيما وأن طرق تحضير المعزولات تؤدى إلى التخلص من العوامل المضادة للتغذية دونما حدوث هدم للأحماض الأمينية . ولبروتينات الصويا إستخدامات كثيرة مثل وجبات أطفال ماقبل سن المدرسة وتلاميذ المدارس فى الدول النامية،كما أن لمعزولات بروتينات الصويا هضمية مرتفعة بالمقارنة بدقيق الصويا . كذلك فقد أمكن إستخدام بروتينات الصويا فى صناعة منتجات مثل سجق الفرانكفورتر frankfurter والبيف بيرجر beef burger ومنتجات اللحوم المعلبة حيث تعمل بروتينات الصويا فى منتجات اللحوم كمواد ربط meat extenders تزيد من تماسك القوام وتمنع إنفصال الدهن . وتستخدم بروتينات الصويا فى صناعة الأغذية الجديدة باستخدام تقنية التشكيل بالبثق extrusion على نطاق كبير وسنحاول هنا القاء الضوء على أهم الطرق المستخدمة فى تحضير معزولات البروتين من البقوليات بوجه عام .

أولا : الترسيب بالأملاح Salt precipitation

عند إضافة الأملاح المتعادلة إلى محلول بروتين تحدث زيادة فى ذائبيته، وتعرف هذه الظاهرة بالتمليح الداخلى salting in وتعزى الزيادة المبدئية فى ذائبية البروتين إلى تثبيت stabilization البروتين نتيجة لنقص معاملات النشاط activity coefficients للمجموعات المتأينة. وكلما زادت القوة الأيونية ionic strength (I)* فإن الذائبية تصل إلى أقصاها ثم بزيادة تركيز الملح عند حد معين فإن ذائبية البروتين تقل، وتعرف هذه الظاهرة بالتمليح الخارجى salting out. ومن التفسيرات التى وضعت لتفسير الظاهرة الأخيرة هو حدوث تنافس

---

* $I = \frac{C_1Z_1^2 + C_2Z_2^2 + C_3Z_3^2 .....etc.}{2}$

حيث C : تركيز الأيون مول/لتر

Z : تكافؤ الأيون.

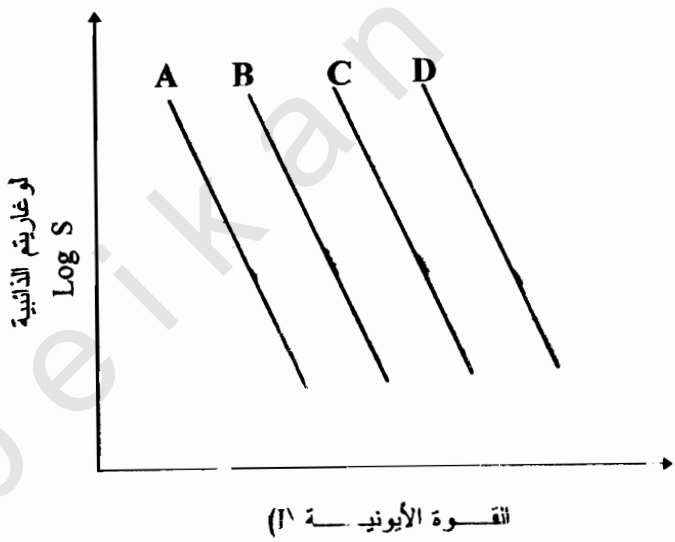
بين البروتين ومحلول الملح على جزيئات الماء المتاحة لعملية الإذابة حيث يتحول الإرتباط من (بروتين – ملح) إلى (بروتين -- بروتين) مما يؤدى إلى تجمع جزيئات البروتين ومن ثم ترسيبها . وقد وضعت معادلة رياضية تربط بين الذائبية S والقوة الأيونية I خلال عملية التمليح الخارجى، والمعادلة هى:

$$\text{Log } S = \beta - Ks\, I$$

حيث: β = لوغاريتم ذائبية إفتراضية عندما تكون قيمة I صفرا

Ks = معامل التمليح الخارجى .

ومن ثم فإن التغير الطفيف فى قيمة I يؤدى إلى تغير كبير فى قيمة Ks، والقيمة الأخيرة ثابتة لمعظم البروتينات ولنفس محلول الملح فى حين أن قيمة β تعتمد على نوع البروتين. وإذا ما تواجد خليط من أربعة بروتينات على سبيل المثال نفترض أنها(A,B,C,D) فإنه يمكن فصل هذا الخليط إلى مكوناته عن طريق تجميع الرواسب عند قيم مختلفة من القوة الأيونية (شكل 10–13) وعمليا فأنه لا يحدث فصل كامل لكل مكونات الخليط حيث يوجد تداخل فى منحنيات إذابة مكونات خليط البروتينات؛ وعلى الرغم من ذلك فإن طريقة ترسيب البروتينات بالاملاح تعد طريقة جيدة لفصل البروتينات فى حالة إستخدامها مع طرق أخرى.



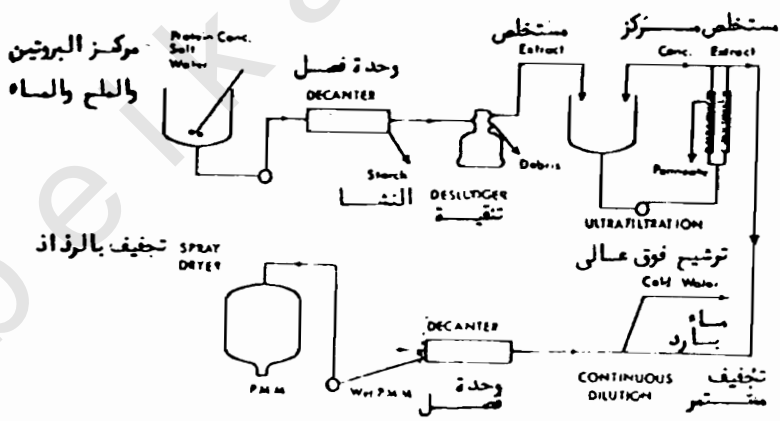
شكل (10-13) : تأثير القوة الايونية على ذائبية مكونات خليط من البروتينات (مكون من بروتينات (A,B,C,D)

Source : Plummer (1978)

ثانيا : الترسيب عن طريق خفض القوة الايونية

Precipitation by ionic-strength reduction.

سجل إدوارد موري E. D. Murray من جامعة مانيتوبا بكندا فى عام 1981 براءة إختراع أمريكية (US patent) شرح فيها طريقة جديدة لعزل بروتينات الحبوب والبقوليات والبذور الزيتية يمكن بها الحصول على معزولات بروتينية protein isolates عالية النقاوة (يصل محتواها من البروتين إلى 95.6%) بالإضافة إلى الحصول على البروتين فى صورة غير مدنترة native . وتتلخص طريقة موري في إستخلاص البروتينات من مركزاته التى يمكن الحصول عليها عن طريق التقسيم الهوائى air classification ، حيث يتم إستخلاص البروتين بمحلول معلوم العيارية من كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) ، وتتم عملية الإستخلاص على 37 °م لمدة ساعة ثم تجرى عملية ترشيح فوق عالى ultrafilteration والتى بعدها يؤخذ الراشح الساخن ويضاف توا إلى ماء صنبور بارد عند 4°م فيحدث ترسيب فورى للبروتين بفعل خفض القوة الايونية. ويمكن القول بأن الطريقة فى خطوتها الأولى (الإستخلاص) هى عبارة عن تمليح داخلى salting in أما فى الخطوة الثانية (لترسيب البروتين) فهى عبارة عن تمليح خارجى salting out ، بمعنى أن الطريقة تعتمد فى خطواتها على الميكانيزم المعروف بإسم hydrophobic out mechanizm فىترسيب البروتين. وقد أطلق موري على معزول البروتين المحضر بهذه الطريقة اسم Protein Micellar Mass (PMM) وقد أمكن تحضيره على نطاق صناعى بشركة جنرال فودز General Foods الأمريكية. ويوضح الشكل 10-14 طريقة تحضير الـ PMM على نطاق صناعى .

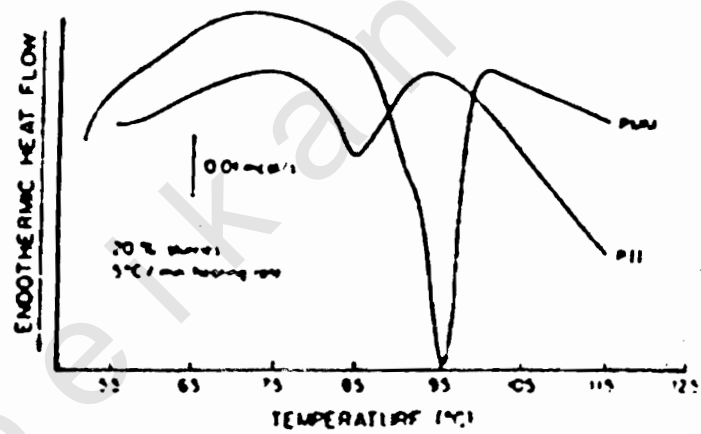


شكل 10-14 خطوات تصنيع الـ Protein Micellar Mass (PMM)

Source : Murray *et al.* (1981).

ومن الدراسات التى أستخدم فيها المسعر الماسح التفريقى Differential Scanning Calorimeter (DSC) والذى يمكن بواسطته تقدير حرارة التفاعل أى الأنثالبى enthalpy والتى يعبر عنها بالـ ΔH – وهى تعادل حرارة الدنترة Hd Δ– وكذا درجة حرارة تفاعل الدنترة ، قد تبين من هذه الدراسات ان قيمة ΔHd لمعزول بروتينى من الفول البلدى ، تم ترسيبه عند نقطة التعادل الكهربى (PII) كانت 2.43 كالورى/جم فى حين انها وصلت للـ PMM لقيمة تساوى 4.40 كالورى/ جم، أما بالنسبة لدرجة حرارة الدنترة فكانت 82°م للمعزول PII و97°م للمعزول PMM مما يوضح بجلاء حدوث دنترة جزئية أثناء تحضير بروتينات الفول بطريقة الترسيب عند نقطة التعادل الكهربى PI وهو الأمر الذى لا يحدث عند تحضير المعزول البروتينى PMM وذلك لأن ظروف تحضير الأخير تعتبر ظروفا معتدلة إذ يستخدم فيها محلول من ملح الطعام وماء الصنبور ولا تزيد فيها المعاملة الحرارية عن 37°م لمدة ساعة.

ويوضح الشكل 10–15 المنحنيات الحرارية thermograms لكل من معزولى البروتين سالفى الذكر.



شكل 10–15: ثرموجرام بواسطة الـ DSC لمعزولين من بروتينات الفول البلدى ثم عزلهما بطريقتين مختلفتين .

PII : Protein isoelectric precipitate.

PMM : Protein Micellar Mass.

Source : Youssef and Bushuk (1986).

ثالثا : الترسيب بالحرارة Precipitation by heat

عامة فإن رفع درجة الحرارة يؤدى إلى تقليل ذائبية البروتين كما أن التسخين المنظم يعمل على دنترة وإزالة البروتينات غير المرغوب فيها، غير أنه يجب إجراء هذه العملية بعناية فائقة وذلك للحيلولة دون دنترة البروتينات المراد عزلها، وكمثال لذلك فأنه يمكن فصل مخلوط مكون من إنزيم ribonuclease مع بروتينات أخرى عن طريق رفع درجة الحرارة إلى نحو 90°م مما يؤدى إلى دنترة (تجمع) للبروتينات الموجودة مع الإنزيم والتى تترسب فى حين يظل الإنزيم فى المحلول إذ إنه يتسم بالثبات الحرارى heat stability عند درجة حرارة تصل إلى 90°م . وتنوه فى هذا الصدد إلى أن وجود مادة التفاعل مع الإنزيم يؤدى إلى زيادة الثبات الحرارى له بنحو 10°م أعلى عن تلك التى تحدث عندها دنترة الأنزيم فى حالة غياب مادة التفاعل.

رابعا: الترسيب عند نقطة التعادل الكهربى

Precipitation at the isoelectric point (PI):

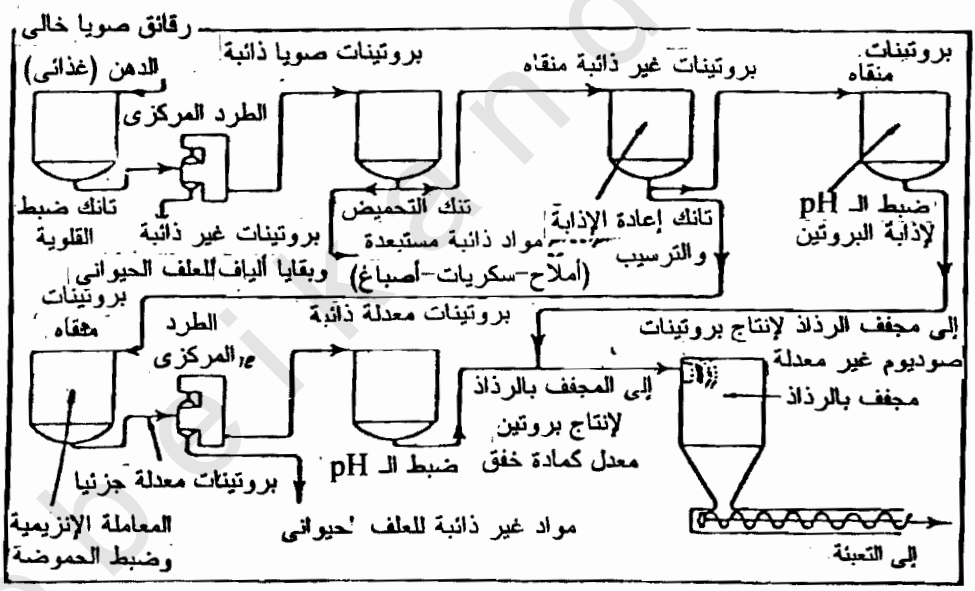
تتوقف ذائبية البروتين على الأس الهيدروجينى pH الموجود فى هذا البروتين حيث تصل ذائبية البروتين إلى أدناها عند نقطة التعادل الكهربى له (أى عند قيمة الـpH التى تكون عندها محصلة الشحنة على جزئ البروتين مساوية للصفر). وللوصول إلى هذه النقطة فإنه يجب التحكم فى تطويع manipulation للـ pH بمنتهى الدقة، ذلك لأن إختلاف الـ pH بمقدار وحدة واحدة على أى من جانبى نقطة التعادل الكهربى كفيل بزيادة ذائبية البروتين بنحو عشرة مرات . ويمكن ـ كما هو الحال عند إستخدام الحرارة فى الترسيب ـ التحكم فى تغيير الـ pH لفصل البروتينات المختلفة عن بعضها فعلى سبيل المثال يمكن فصل مخلوط يحتوى على إنزيمى الفا وبيتا أميلاز (كما فى مستخلص المولت) عن طريق خفض pH المستخلص إلى قيمة تساوى 3 فيؤدى ذلك إلى ترسيب الالفا أميلاز فقط ومن ثم يمكن الحصول على إنزيم البيتا أميلاز من المستخلص فى صورة نشطة.

خامسا: إستخلاص البروتينات فى وجود الإنزيمات المحللة للبروتين (البروتيوليتية)

Extraction of proteins in the presence of proteolytic enzymes

يؤدى وجود الإنزيمات المحللة للبروتين (الإنزيمات البروتيوليتية) مثل الببسين pepsin والتربسين trypsin فى أثناء إستخلاص بعض البروتينات إلى زيادة كفاءة الأستخلاص

وكذا كمية العائد yield من البروتين، فلقد تبين أن وجود هذه الإنزيمات قد أدى إلى زيادة كمية المواد النيتروجينية المستخلصة من كسب فول الصويا من 20% إلى 90% وهو الأمر الذى حدا بالمشتغلين بالصناعة إلى إستخدام الإنزيمات المحللة للبروتين فى إنتاج بروتينات الصويا. ويوضح الشكل 10-16 خطوات إنتاج بروتينات الصويا باستخدام إنزيمات بروتيوليتية كالببسين علما بأن هذه العملية تحتاج إلى عناية فائقة بغرض التحكم فى ظروف عملية التحلل المائى من حيث الزمن ، درجة الحرارة ، التركيز ، الـ pH ، كذلك فإنه يجب التحكم فى درجة التحلل المائى للبروتين عن طريق نوع الإنزيم وتركيزه وظروف التفاعل من حيث الـ pH ، ودرجة الحرارة والزمن .



شكل 10-16 : خطوات تحضير بروتينات الصويا باستخدام الأنزيمات المحللة للبروتين

Source : Minific (1989).

سادسا : فصل البروتين بالترشيح فوق العالى

Separation of protein by ultrafilteration

تستخدم طريقة الترشيح فوق العالى اساسا فى عملية تركيز بعض المنتجات اللبنية كالجبن وهى تعتبر عملية فصل وتركيز فى آن واحد، وتتميز باحتفاظ البروتين المعزول بصفاته الوظيفية functional properties حيث أنها تحافظ على تواجد البروتين فى الصورة الطبيعية غير المدنترة native. كذلك فإن كمية العائد المتحصل عليه من البروتين بهذه الطريقة يكون عاليا (حوالى95%)، إلا أن درجة نقاوة هذا البروتين تكون منخفضة (نحو 71%) .

سابعا : فصل البروتين بالترشيح الجلى

Separation of protein by gel filteration

يمكن تحضير معزولات بروتينية باستخدام طريقة الترشيح الجلىّ حيث يستخدم سيفادكس (G 25 أو G50) مما يؤدى إلى إزاحة البروتينات أولا (لها أوزان جزيئية اكبر) ثم المركبات الأصغر فالأصغر.

تنقية المعزولات البروتينية : Purification of protein isolates

قد يتطلب الأمر إجراء عمليات تنقية للمعزولات البروتينية، وفى هذا الصدد يوجد العديد من الطرق التى فى مقدورها تنقية البروتينات والتخلص من الشوائب غير البروتينية التى تصاحب تحضير المعزولات البروتينية. وحديثا فقد نشر جانسون ورايدن فى عام 1998. Janson and Raden (1998) كتابا كاملا عن طرق تنقية البروتينات والتى يمكن إيجازها على النحو التالى :

الطرق الكروماتوجرافية :	Chromatographic Methods
1- الترشيح الجلىّ	Gel filtration
2- التبادل الايونى	Ion exchange
3- التمحيص	Chromatofocusing
4- كروماتوجرافيا الوجه المعكوس عالى الإظهار	High resolution reversed phase chromatography

5- كروماتوجرافيا الميل للأيونات المعدنية المثبتة
Immobilized metal ion affinity chromatography

6- كروماتوجرافيا الروابط التعاونية Covalent chromatography

7- كروماتوجرافيا الميل Affinity chromatography

8- كروماتوجرافيا الميل التجزيئى Affinity partition chromatography

ب- طرق الهجرة الكهربية باستخدام الجل Gel electrophoresis

1- الهجرة الكهربية عند نقطة التعادل الكهربى Isoelectric focusing

2- الهجرة الكهربية باستخدام الطرق المناعية Immuno-electrophoresis

3- الهجرة الكهربية بجل الإكريل أميد فى إتجاهين
Protein maping by two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis

4- الهجرة الكهربية الشعرية Capillary electrophoresis

5- تقنيات إستعادة البروتين Protein elution and blotting technique

6- عمليات الهجرة الكهربية على نطاق كبير
Large scale electrophoretic process

ومن الأهمية بمكان أن ننوه إلى أن الطرق سالفة الذكر تقتصر فى مجملها على النطاق المعملى أساسا لتنقية المعزولات البروتينية بصفة عامة .

6-10 إستخدام البقوليات فى عمل خلطات غذائية جديدة :

نظراً لإرتفاع محتوى البقوليات من كل من البروتين (18-44٪) والنشا (من 0٪ إلى 62 %) فإنها تعتبر من المواد الخام الواعدة التى توائم عمل خلطات غذائيه جديدة تتسم بقيمتها التغذوية العالية إلى جانب رخص ثمنها. وعادة ما يتم خلط المادة البقولية مع مواد أخرى نباتية أو حيوانية لضمان الوصول إلى توازن الأحماض الأمينية الأساسية فى الخلطة النهائية ، وتجدر الإشارة إلى أن عملية الخلط تتم على أسس علمية، إذ يمكن على سبيل المثال إستخدام برامج حاسب آلى يمكن عن طريقها بمعلومية تركيب الأحماض الأمينية والهضمية المعملية للمواد الخام المزمع خلطها تحديد نسب الخلط المثلى التى تضمن الوصول إلى أعلى قيم لنسبة كفاءة البروتين المحسوبة Computed protein efficiency ratio (C.PER)

وتعتبر تقنية الطبخ بالدفع الميكانيكى تحت ضغط أو ما يطلق عليها تكنولوجيا التشكيل بالبثق extrusion من أهم التقنيات التى تستخدم فى عمليات تكوين formulation أغذية جديدة novel والتى لايقف عدد خلطاتها عند حد معين إذ أن ذلك متروك لخيال الصانع حتى وأنه يمكن القول بأن عملية تكوين خلطات غذائية جديدة عن طريق تقنية التشكيل بالبثق يعد بمثابة عملية تفصيل tailor-made . من ناحية أخرى فقد أمكن وعلى النطاق الصناعى إستخدام هذه التقنية فى إنتاج خبز بلدى flat bread صالح للإستهلاك دونما حدوث بيات له لمدة تصل إلى العام ويوجد مصنع ضخم بألمانيا ينتج هذا الخبز.

10-6-1 تكنولوجيا التشكيل بالبثق Extrusion

من التقنيات الهامة التى إنتشرت حديثا فى العالم وهى تتميز بإنخفاض تكلفتها وبتنوع أشكال منتجاتها وجودتها العالية وقيمتها التغذوية المرتفعة حيث يستخدم فيها الحرارة العالية والزمن القصير مما يقلل عمليات هدم المغذيات وهى فى ذات الوقت تقضى على الكائنات الحية الدقيقة والآفات الأخرى. وقد كان أول إستخدام لهذا التكنيك عام 1930 حينما إستخدم لخلط دقيق السيمولينا والماء لتشكيل العديد من العجائن pasta تبعها بسنوات قليلة إنتاج أغذية الأفطار المنتجة من الحبوب break fast cereal والأغذية الجاهزة للأكل ready-to-eat foods .

ثم كان التطور الكبير فى أوائل الخمسينات وأدخلت البقوليات مع الحبوب والنواتج الثانوية الحيوانية لإنتاج العديد من الأغذية السابقة الطهى والنشا المحور وأغذية التسالى وأغذية الأطفال وغيرها. وقد اكتشف Alkinson عام 1970 انه يمكن إستخدام تكنيك التشكيل بالبثق لإعطاء القوام البلاستيكى لمعزولات ومركزات فول الصويا حيث يحدث توزيعا فراغيا معينا مع تكوين روابط عرضية لجزيئات البروتين إنتاج ما أطلق عليه البروتين النباتى مكتسب القوام Textured vegetable protein (T.V.P). ويعتبر التشكيل بالبثق للأغذية البروتينية حاليا بمثابة تكنولوجيا عملية واسعة التطبيق وتمثل جزءاً كبيراً من الأغذية المصنعة حاليا.

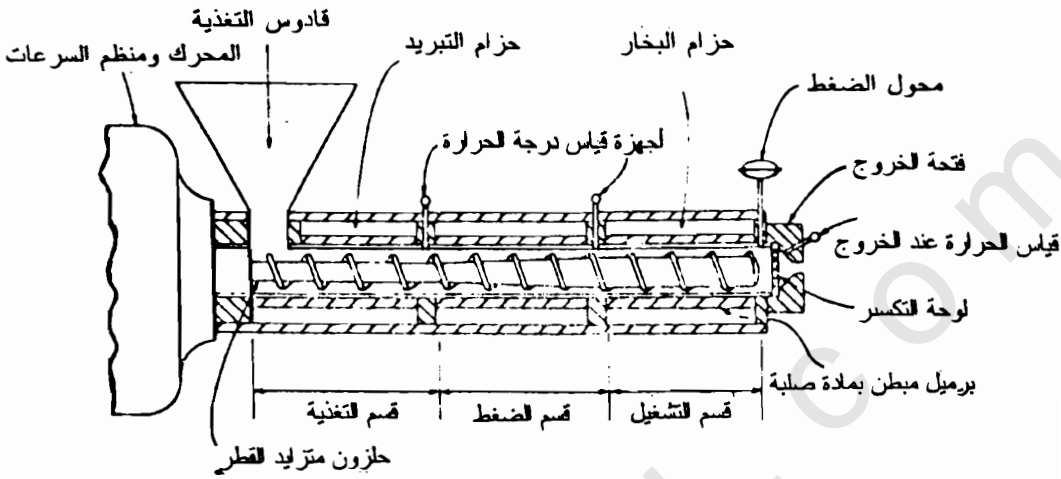
وهناك العديد من أجهزة التشكيل بالبثق منها الخاصة بالعجائن والمكرونة (pasta extruder)، والتشكيل بإستخدام الضغط المرتفع high-pressure forming) (extruder وهى خاصة بعجائن الحبوب سابقة الجلتنة pregelatinized ، وجهاز التشكيل منخفض القص low shear cooking extruder) والذى يعطى منتجا غذائيا طريا معتدل القوام soft moist, moderate shear ، وجهاز التشكيل الطوقي والذى يطلق

يه (collet extruder) وهو يتميز بقوة قص عالية ويستخدم لعمل تشكيل للمواد الغذائية الجافة نسبيا على درجة حرارة مرتفعة تزيد عن 175°م مما يعرضها لتغير كبير في الضغط عند الخروج من جهاز التشكيل بالبثق مسبباً تمدداً محسوساً للمنتج ومن ثم يفقد رطوبته ويصبح مقرمشا crisp ، بيد أن أحد أنواع أجهزة التشكيل بالبثق وهو جهاز التشكيل عالى القص high - shear cooking extruder يعد واسع الاستخدام لإنتاج نوعيات كثيرة من المنتجات الغذائية سابقة الطبخ والمجلتنة أو المعاملة حراريا.

وجهاز التشكيل بالبثق فى أبسط صوره يشبه مفرمة اللحم حيث يتكون من قادوس لوضع المكونات الغذائية المراد تصنيعها يفتح فى إسطوانة (برميل) فى وسطه حلزون دوار rotating screw يدفع بالخليط الغذائى للأمام ليمر من فتحه ضيقة جدا discharge die ، والشكل رقم 10-17 يوضح رسما تخطيطيا لجهاز التشكيل بالبثق. ويلاحظ من الشكل أن الحلزون الدوار والذى يوجد داخل إسطوانه barrel محكمة يزيد فى قطره كلما إتجهنا من مؤخرة الجهاز وحتى الوصول إلى فتحة خروج الناتج die كما تزداد أقطار الريش flights الموجودة على سطح الحلزون الدوار فى نفس الاتجاه مما يقسم الجهاز إلى ثلاثة مناطق الأولى منطقة التغذية بالمخلوط الغذائى feed section والوسطى منطقة الإنضغاط compression section والمنطقة الأمامية ويطلق عليها منطقة التشكيل metering section .

وعند تشغيل الجهاز فإن الإسطوانه الداخلية سوف تمتلئ بمخلوط الغذاء مما يؤدى إلى حدوث عملية إنضغاط للمادة الغذائية و يزداد الضغط الواقع على المادة الغذائيه كلما إتجهنا ناحيه فتحه التشكيل die. والطاقة الميكانيكية المستخدمة فى إدارة الحلزون والضغط العالى المتولد نتيجة دفع المادة الغذائية – فى حيز يقل كلما إتجهنا للأمام – يؤدى إلى الخلط الجيد للمكونات ورفع درجة حرارتها جدا (حوالى 175°م) قبل خروجها من فتحة التشكيل، وللتحكم فى درجة الحرارة خاصة قرب خروج الناتج من فتحة التشكيل فإن البرميل (الإسطوانه) يكون مزدوج الجدار بحيث يمكن التحكم فى درجة حرارته إما بالرفع أو بالخفض. والجهاز مزود أيضا بمقياس للحرارة وآخر لقياس الضغط المتولد فى الداخل (يصل من 15 إلى 20 ضغط جوى).

ولفتحة التشكيل die. أشكال عديدة إما كرات spheres أو قضبان rods أو أنابيب tubes أو شرائح strips ، ويحدث التمدد حالما يغادر الناتج الفتحة نتيجة التباين الكبير فيما بين الضغط العالى المؤثر على المادة الغذائية والضغط الجوى العادى عند فتحة الخروج فتتطاير الرطوبة من المنتج خاصة وأن درجة حرارته تكون أعلى من درجة حرارة تبخر الماء .



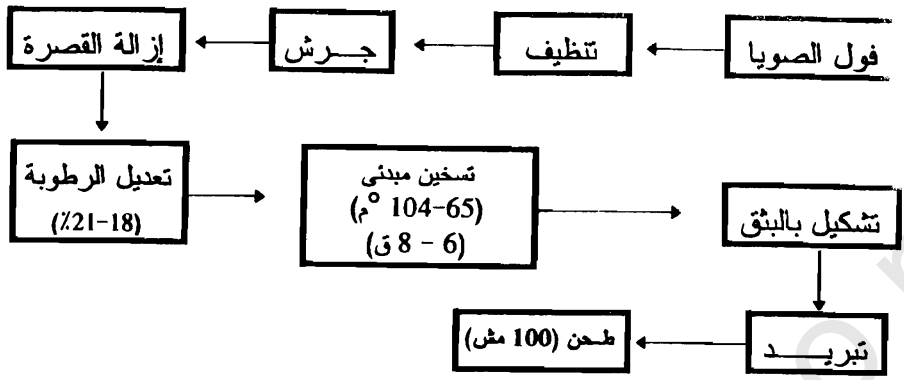
شكل 10-17 : رسم تخطيطى لجهاز التشكيل بالبثق

Source : Harper and Jansen (1985).

وفيما يلي سوف نتطرق لبعض تطبيقات التشكيل بالبثق في مجال البقوليات ,

أولا : دقيق فول الصويا كامل الدهن Full- fat soy flour

الغرض من إستخدام هذا التكنيك هو إستغلال الحرارة العالية لمدة قصيرة لتثبيط إنزيمات الليبوكسيداز ,lipoxidases ، مضادات التغذية antinutritional factors الموجودة طبيعياً فى دقيق الصويا وإجراء عملية التعديل rendering للناتج لجعله مناسباً للاستهلاك الآدمي والحيواني.وتتلخص طريقة تصنيعه كما هو موضح في الشكل رقم 10-18.



شكل 10-18 : طريقة تصنيع دقيق فول الصويا كامل الدهن

ويتميز الناتج بارتفاع محتواه مـن الـبروتين (41%)، الدهـن الخـام (22.5%) والرماد (5.1%) بينما تصل كل من الألياف الخام والرطوبة إلـي 1.7% ، 3.1% علـي الترتيب . الا انه قد يحدث تحطم بسيط لكل من الريبوفلافيـن والنياسـين وفيتـامين A وفيتامين C كنتيجة لعملية التشكيل بالبثق . كما وان عملية طحن الناتج بعد عملية التشـكيل بالبثق باستخدام الطواحين المطرقية .hammar mills . يعد أمراً صعباً بسـبب تواجـد الزيوت حرة علي سطح المنتج . مما يعيق عملية الطحن ويمكن التغلب علي تلك المشكـلة باستخدام الطواحين الابرية pin mills فائقة السرعة،وقد أوضحت الـدرا سـات نجـاح إستخدام هذا المنتج في صناعة الخبز بإحلال يصل الي 24% .

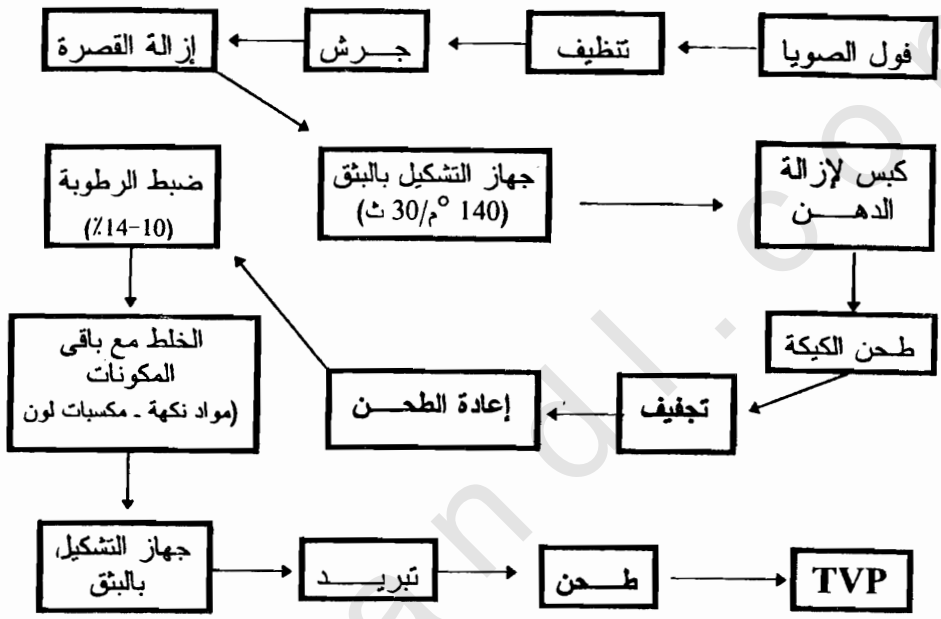
ثانيا : البروتينات النباتية مكتسبة القوام Texturized vegetable protein (T.V.P.)

في الحقبة الأخيرة تعاظم إستخدام تكنيك التشكيل بالبثق في مجال إنتـاج بروتينـات نباتية مكتسبة القوام تتسم بتركيبها الليفي الذي يشبه نسيج اللحوم حتي وأن هـذه المنتجـات تسمي شبيهات اللحوم meat analogues. ويستخدم في ذلك أما مجروش فـول الصويـا منزوع الدهن أو دقيق فول الصويا منزوع الدهن ويفضل أن يكون فول الصويا منزوع الدهن محتويا علي 50% بروتين كحد ادني ، 3% الياف كحد اقصي وأقل من 1% دهـن وأن يكون مقياس ذائبية النتروجين nitrogen solubility index (NSI) في المدى من 50 الى 70 ، غير أن بعض الدراسات قد أوصت باستخدام فول صويا منزوع الدهن له NSI يتراوح من 24 إلى 30 حيث أن قيم NSI الأعلى من ذلك تعنى حدوث دنترة حرارية أقـل خـلال عملية التشكيل بالبثق لإنتاج TVP .

ويتم عمل ترطيب لمجروش فول الصويا أو لدقيق الصويا قبل الإضافة إلى قادوس جهاز التشكيل بالبثق وذلك لرفع الرطوبة لمحتوى يتراوح بين 15 إلى 40% رطوبة ويتم ضبط الـ pH ـ إذا كان مرغوباً ـ بإستخدام الأملاح الحامضية أو الأحماض المخففة لخفض الـ pH ، هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد الماغنسيوم أو هيدروكسيد الكالسيوم لزيادة قيمة الـ pH ، ويؤدى ضبط الـ pH إلى أقل من 5.5 إلى زيادة صفتى العجن doughiness أو المضغ chewiness للـ TVP الناتج ، بينما يحدث العكس إذا زاد رقم الـ pH إلى 8.5 حيث تقل صفة المضغ ويصبح المنتج أكثر طراوة more tender ، وإضافة ملح كلوريد الصوديوم حتى 3% يزيد من الصلابة firmness .

وفى خطوة الترطيب يمكن إضافة مواد النكهة والمواد الملونة والمعادن والمستحلبات والمركبات المشجعة لتكوين الروابط العرضية للبروتين مثل الكبريت وكلوريد الكالسيوم ، ثم يجرى التسخين إلى 60-104°م لتقليل لزوجة المخلوط وتحسين صفة تشرب الماء ويلى تلك الخطوة تغذية جهاز التشكيل بالبثق بالمخلوط فيتعرض المخلوط للضغط (من 7 إلى 61 ضغط جوى) والحرارة (من 149 إلى 204°م) وينتقل خلال مراحل العملية الثلاث، وعند خروج المنتج من الجهاز وكنتيجة للضغط العالى الذى كان يعانى منه قبيل خروجه من الـ die فإنه يتمدد وينتفخ لتعرضه للضغط الجوى العادى ولتحرر البخار المحمص superheated steam منه ويقوم القاطع cutter بقطع المنتج قطعاً متجانسة وفى ذات الوقت يقوم المجفف (المبرد) بخفض نسبة الرطوبة بسرعة إلى نحو 6% .

obeikandl.com



شكل 10-19 : خطوات تصنيع TVP من فول الصويا .

ثالثا : منتجات الأغذية المخلوطة Blended food products

هي منتجات يستخدم فيها أكثر من مصدر غذائي (مثل الحبوب والبقـــول ــ بـــذور المحاصيل الزيتية ــ الألبان ــ الفيتامينات والمعادن) وذلك بغـــرض تصنيـــع نـــاتج ســـريع التحضير ورخيص الثمن ومرتفع في قيمته التغذوية حيث يتم الخلط بنسب معينة واكســـابها لقوام جذاب بواسطة جهاز التشكيل بالبثق .

ومن أشهر تلك المخاليط مخلوط الذرة وفول الصويا واللبن والذى يطلق عليهCSM وهى الحروف الأولى من Corn/Soy/Milk والذى يتكون من دقيق الذرة مـــنزوع الدهـــن

والمجلتن جزئيا ودقيق فول الصويا منزوع الدهن واللبن الجاف منزوع الدهن والفيتامينات والمعادن ، ويمكن إستخدام القمح أو الذرة الرفيعة بدلا من الذرة فى المخلوط .

وتجدر الإشارة إلي أنه للحيلولة دون حدوث تدهور للبن المستخدم في الخلطات التي يتم تشكيلها بالبثق فقد تمكن العالم الامريكي رزفي Rizviy من تسجيل أكثر من براءة إختراع امريكية لنظام جديد يتزاوج فيه الإستخلاص بالسوائل عند الظروف فوق الحرجة Super Critical Fluid Extraction (SFE) مع تقنية التشكيل بالبثق extrusion .

10-7 : تخزين البقوليات Storage of Legumes

نظرا لطبيعة البقول كمحاصيل موسمية لها مواسم زراعية معينة تتناسب مع متطلبات زراعتها وإنتاجها فإن تخزين البقوليات يعد أمرا ضروريا لضمان توافر هذه البقوليات على مدار العام خاصة وأنه يطلق عليها لحم الإنسان الفقير poor man meat، إلا أنه على النطاق التجارى عادة مايتم تخزينها فى ظروف غير مناسبة خاصة درجات الحرارة والرطوبة النسبية ونوعية العبوة ومن ثم تتدهور جودة وحيوية تلك البقوليات عند تخزينها ويبدو ذلك جليا فى التأثير على لونها ونكهتها ومعامل تشربها وانتفاخها سواءً بعد النقع أو بعد الطهى والزمن اللازم للطهى وكذا قوامها بعد الطهى كما يتضح فيما يلى :

10-7-1 الخواص الطبيعية :

اولا : تشرب الماء أثناء النقع :

تتأثر سرعة و الحد الاقصى لتشرب البذور المخزنة بالماء عند النقع بكل من الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة أثناء التخزين ، وتحافظ درجة الحرارة المنخفضة (وحتى عند الرطوبة النسبية العالية مثل صفر °م 80% رطوبة نسبية) على سرعة تشرب البذور للماء خلال الست ساعات الاولى من النقع الا أن الحد الاقصى لتشرب البذور بالماء ينخفض بزيادة فترة التخزين . وعلى النقيض من ذلك فان إنخفاض الرطوبة النسبية ورفع درجة الحرارة أثناء التخزين تقلل من سرعة تشرب البذور بالماء ، و يؤدى إلى إنخفاض كبير فى الحد الاقصى لتشرب البذور بالماء ويبدو ذلك بوضوح كلما زادت فترة التخزين . وتؤدى درجات الحرارة العالية والرطوبة النسبية العالية أثناء التخزين إلى خفض سرعة تشرب البذور بالماء وكذا قلة الحد الاقصى لتشرب تلك البذور بالماء .

ثانيا : طراوة البذور أثناء النقع :

يؤدى تخزين البقوليات إلى صلابة البذور المنقوعة (تسمى هذة الظاهرة بالحصرمة) خاصة مع إرتفاع درجة الحرارة و الرطوبة النسبية أثناء التخزين وطول مدة التخزين إلا أنه – وكما سبق القول فى سياق حديثنا عن ظاهرة الحصرمة – فقد يؤدى تخزين البذور التى تعانى من ظاهرة الحصرمة عند الحصاد الى زيادة طراوة تلك البذور بعد النقع شريطة ان يتم تخزينها تحت ظروف مناسبة من درجة الحرارة و الرطوبة النسبية .

ثالثا : قوام البذور بعد الطهى :

بوجه عام يتأثر قوام البذور سلبا بعد الطهى كنتيجة لعملية التخزين فتقل طراوة البذور المخزنة مقارنة بتلك حديثة الحصاد الا أن حدة التأثير تتباين تبعا لدرجة الحرارة والرطوبة النسبية أثناء التخزين فارتفاع الرطوبة النسبية مع خفض درجة حرارة التخزين أو خفض الرطوبة النسبية مع درجة الحرارة المعتدلة (حوالى 20°م) قد تؤدى إلى تغير طفيف فى قوام البقوليات المخزنة بينما تؤدى المزاوجة بين درجة الحرارة العالية و الرطوبة النسبية العالية أثناء التخزين إلى تدهور كبير فى قوام البذور بعد طهيها و لاسيما مع طول مدة التخزين .

رابعا : التركيب الدقيق للبذور :

هناك عدة تغيرات تصاحب عملية تخزين البقوليات فنجد أن السيتوبلازم و البلازماليما plasmalemma والتى تكون شديدة الالتصاق بالجدار الخلوى تتراجع إلى الخلف وتبتعد عن الجدار الخلوى نتيجة لعملية التخزين ، وقد تبين أنه عند اجراء نقع البذور المخزنة ينجذب الجدار الخلوى بعيدا عن الصفيحة الوسطى التى يحدث لها لجننة ، وتعزى هذة التغيرات إلى ضعف القوى الرابطة بين الجدار الخلوى وكل من الصفيحة الوسطى والبلازماليما والسيتوبلازم ويؤدى هذا إلى عدم تواصل (تكامل) disintegration عضيات الخلية.ومن المعروف ان حبيبات النشا فى خلايا فلقات بذور البقوليات تكون منغمسة فى النسيج البروتينى protein matrix ومثبتة بالاجسام البروتينية protein bodies و يحيط بها الجدار الخلوى من الخارج فاذا ما خزنت البذور تحت ظروف مناسبة من درجة حرارة ورطوبة نسبية فان التغيرات التى تحدث فى هذا النظام تكاد لا تذكر ، بينما نجد أن ظروف التخزين السيئة (درجة حرارة عالية و رطوبة نسبية عالية) تؤدى إلى فقد جزء من الاجسام البروتينية لنتيجة لنشاط الإنزيمات المحللة للبروتين ، و يزداد هذا الفقد مع طول مدة التخزين كما تحدث عملية لجننة للصفيحة الوسطى مما يجعلها تقاوم عملية التحطيم بواسطة الحرارة أثناء الطهى . و لأن جزءاً من الحبيبات النشوية يقاوم عملية الجلتنة أثناء الطهى فان تواجد

هذا الجزء غير المجلتن منغمساً فى باقى الحبيبات النشوية المجلتنة يتسبب فى الشعور بالقوام الصلب و المحبب .

10-7-2 التركيب الكيماوى

تؤدى عملية تخزين البقوليات لمدة طويلة ولا سيما تحت ظروف التخزين السيئة الى تحطم و تحلل جزئى للبروتينات ينجم عنه انخفاض محتوى البذور من الالبيومين والجلوبيولين و الاحماض الامينية ، كما يحدث تعديل modification للتوزيع الفراغى للبروتين conformation كنتيجة للتقارب aggregation ، والتفكك dissociation، والجليكنة glycation، وتنخفض القيمة التغذوية للبروتين نتيجة لنقص الاحماض الامينية الاساسية وإنخفاض حساسية البروتينات susceptibility للانزيمات البروتيوليتية ومن ثم تقل الهضمية . كما تؤدى عملية التخزين إلى إنخفاض نسبة البروتين القابل للإستخلاص بالماء water- extractable protein وزيادة نسبة النيتروجين غير الذائب فى الماء وإرتفاع نسبة النيتروجين غير البروتينى .

وتتأثر الدهون أيضا بالتخزين خاصة و أن هناك تبايناً كبيرا فى محتوى بذور البقوليات من الدهون (من 1.7% كما فى الفاصوليا واللوبيا و الفول إلى 43% كما فى الفول السودانى) . و تؤدى عملية التخزين إلى رفع نسبة الاحماض الدهنية الحرة و تتأكسد الاحماض الدهنية غير المشبعة خاصة أذا ما خزنت البذور فى صورة دقيق ، و تعد المعاملة الحرارية الجافة (تحميص) قبيل عملية التخزين من أنسب المعاملات لتقليل محتوى الأحماض الدهنية الحرة وتقلل من فرصة أكسدة الأحماض الدهنية غير المشبعة .

وتؤدى عملية تخزين البقوليات إلى حدوث فقد فى بعض الفيتامينات خاصة الثيامين والريبوفلافين ، و لكنها لا تؤدى إلى تقليل مضادات التغذية بل على العكس قد تزيد من نشاط هذه المضادات خاصة مضاد إنزيمات التربسين والكيموتربسين و الالفا أميلاز و اللاكتينات .

10-7-3 الخواص الفسيولوجية والفيزيقية :

أجرى التابعى وآخرون El-Tabey Shehata *et al* (1984) دراسة رائدة عن تأثيرات تخزين الفول البلدى تحت ظروف مختلفة على جودة طهى و حيوية البذور و كذا إصابتها الحشرية حيث تم تخزين 3 طن من بذور الفول البلدى و التى تم التحصل عليها بعد الحصاد مباشرة فى مايو عام 1980 و قد تم تخزين 2.3 طن من هذه الكمية فى مكمورة بقرية برهيم بمحافظة المنوفية و التى تتميز تربتها بصفات فريدة لا تتوافر لغيرها ، أما الكمية الباقية (700 كيلو جرام) فقد تم تقسيمها إلى خمس مجموعات (كل منها 140 كيلو جرام) وذلك لإجراء معاملات تخزينية أخرى و هى الخلط مع الرمل (1:3 حجم / حجم) والخلط مع رماد الخشب (10 : 1 حجم / حجم) و التحميص عند 150°م / 2 ق أو تغطية

جدران العبوة من الداخل بقش الحلبة (100 جم/عبوة سعة 10 لتر) و مقارنة كل هذه المعاملات مع الكونترول و قد أستخدمت فى تلك الدراسة عبوات من الأجولة الجوت وعبوات السيراميك وعبوات الصفيح و العبوات البلاستيكية ويوضح الجدول رقم 10-17 الصفات البيولوجية و الفيزيقية لبذور الفول نتيجة لتأثرها بنوع العبوة المستخدمة .

جدول 10-17- : الخواص البيولوجية و الفيزيقية لبذور الفول نتيجة لتأثرها بنوع العبوة المستخدمة أثناء التخزين .

خواص البذرة	نوع العبوة				المعنوية
	بلاستيك	صفيح	سيراميك	جوال جوت	
البذور الجافة:					
وزن 1000 حبة (جم)	521	514	544	536	0.001
حجم 1000 حبة (مل)	441	434	469	462	0.001
الكثافة النوعية (جم/مل)	1.182	1.184	1.161	1.158	0.001
معامل التشرب (%)	138	138	139	140	0.001
معامل الإنتفاخ (%)	147	147	148	149	0.001
نسبة الإنبات (%)	99.8	99.3	94.2	96.7	---
البذور المصابة ($\sqrt{\%}$ + ½)	0.87	1.4	2.6	2.8	0.05
اللون (قيم الأحمر)	5.59	5.72	7.67	7.72	0.001
البذور المطهية					
اللون (حسيا) /5	3.2	3.4	2.6	2.2	0.001
الطراوة (حسيا)/10	7.2	7.1	7.4	7.6	0.05
التحبب (حسيا)/10	7.8	7.9	7.8	7.8	--
مجموع التقييم الحسى/25	18.0	17.9	17.8	17.6	--
معامل التشرب (1٪)	247	246	236	236	0.01
حجم سائل التدميس (مل)	294	299	315	318	0.001
وزن سائل التدميس (جم)	296	301	318	321	0.001
كثافة السائل النوعية (جم/مل)	1.012	1.011	1.011	1.010	--

Source : El-Tabey Shehata *et al.* (1984).

obeikandl.com

أما الجدول رقم 10-18 فيوضح الصفات البيولوجية و الطبيعية لبذور الفول و تأثرها بنـــوع المعاملة .

جدول 10-18: الخواص البيولوجية والفيزيقية لبذور الفول وتأثرها بنوع المعاملة أثناء التخزين.

خواص البذور	نـــــوع المعاملـــــة				المعنوية
	كونترول	رمـــل	رماد خشب	قش حلبة	تحميص
البذور الجافة:					
وزن 1000 بذرة (جم)	528	525	534	531	525	--
حجم 1000 بذرة (مل)	448	443	455	551	461	0.01
الكثافة النوعية (جم/مل)	1.18	1.187	1.175	1.174	1.138	0.001
معامل التشرب (%)	134	139	139	136.6	144.8	0.001
معامل الإنتفاخ (%)	144	149	149	146	151	0.001
نسبة الإنبات (%)	100	96	97	99	00.0	--
البذور المصابة (%$\sqrt{}$ + ½)	2.7	2.3	0.8	1.9	1.7	--
اللون (قيمة الأحمر)	6.32	6.59	6.64	6.28	7.54	0.01
البذور المطهية						
اللون (حسيا) /5	2.7	2.9	2.9	3.0	2.9	--
الطراوة (حسيا)/10	7.3	7.6	7.6	7.1	7.0	0.05
التحبب (حسيا)/10	7.6	8.1	8.0	7.4	7.4	0.01
مجموع التقييم الحسى/25	17.6	18.6	18.5	17.6	17.3	0.05
معامل التشرب (%)	243	243	239	233	250	0.01
حجم سائل التدميس (مل)	322	308	310	313	279	0.001
وزن سائل التدميس (جم)	325	310	313	316	281	0.001
كثافة السائل النوعية (جم/مل)	1.010	1.013	1.010	1.008	1.013	--

Source : El-Tabey Shehata *et al.* (1984).

أما عن تأثير فترة التخزين على الصفات البيولوجية وصفات طهى البذور فيوضحها الجدول رقم 10-19.

obeikandi.com

جدول 10–19 : الخواص البيولوجية و صفات الطهى للفول البلدى وتأثرها بفترة التخزين.

خواص البذور	فترة التخزين			المعنوية
	صفر	4.5 شهر	9 شهور	
البذور الجافة:				
وزن 1000 بذرة (جم)	520.2	530	528	--
حجم 1000 بذرة (مل)	432.5	447	456	0.01
الكثافة النوعية (جم/مل)	1.203	1.186	1.157	0.001
معامل التشرب (%)	145	140	137.1	0.001
معامل الإنتفاخ (%)	153	149	146.9	0.01
نسبة الإنبات (%)	97	100	95.6	--
البذور المصابة ($\sqrt{\%}$ + ½)	0.0	1.5	2.2	--
اللون (قيمة الأحمر)	4.24	6.41	6.94	0.001
البذور المطهية				
اللون (حسيا) /5	2.5	2.9	2.8	--
الطراوة (حسيا)/10	8.1	7.5	7.1	0.01
التحبب (حسيا)/10	8.5	7.6	7.8	0.05
مجموع التقييم الحسى/25	20.01	18.0	17.8	--
معامل التشرب (%)	248	239	244	0.05
حجم سائل التدميس (مل)	294	309	304	--
وزن سائل التدميس (جم)	301	313	305	0.01
كثافة السائل النوعية (جم/مل)	1.022	1.015	1.007	0.001

Source : El-Tabey Shehata *et al.* (1984).

أما الجدول رقم 10–20 فيوضح صفات بذور الفول بعد تسعة أشهر من التخزين فى المكمورة بقرية برهيم بمحافظة المنوفية .

جدول 10-20 : صفات الفول البلدى بعد تسعة أشهر من التخزين فى المكمورة .

خواص الفـــــــول	متوسط القيم
البذور الجافة:	
وزن 1000 بذرة (جم)	517.35
حجم 1000 بذرة (مل)	440.00
الكثافة النوعية (جم/مل)	1.176
معامل التشرب (%)	127.14
معامل الإنتفاخ (%)	137.26
نسبة الإنبات (%)	100.00
البذور المصابة ($\sqrt{\%}$ + ½)	0.00
اللون (قيمة الأحمر)	4.47
البذور المطهية	
اللون (حسيا) /5	4.73
الطراوة (حسيا)/10	7.00
التحبب (حسيا)/10	7.85
مجموع التقييم الحسى/25	19.58
معامل التشرب (%)	257.13
حجم سائل التدميس (مل)	258.16
وزن سائل التدميس (جم)	255.00
كثافة السائل النسبية (جم/مل)	1.013

Source : El- Tabey Shehata *et al* (1984)

ويوضح الجدول رقم 10-21 أطوار و نسبة الإصابة الحشرية بعد عشرة أشهر من التخزين فى عبوات مختلفة .

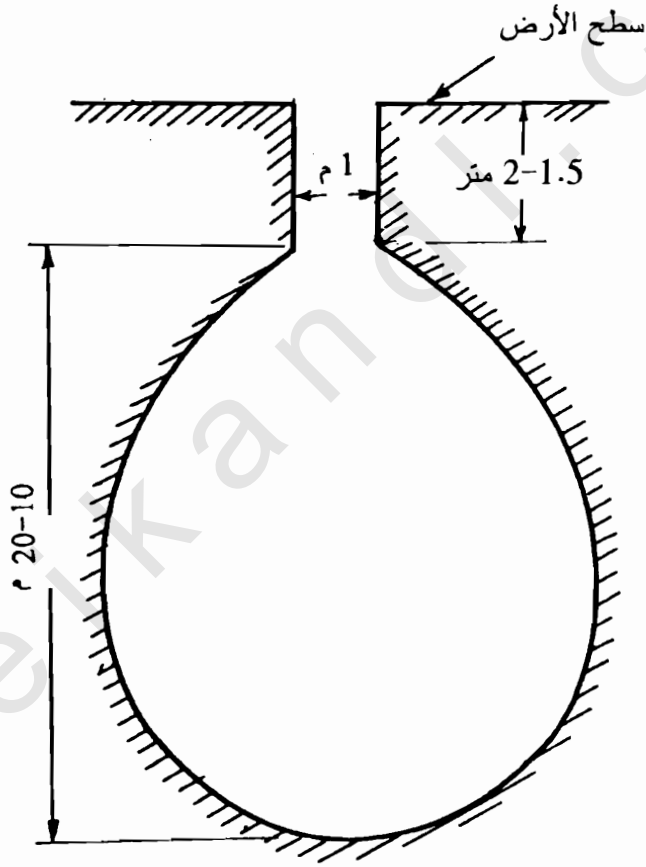
ويمكن إيجاز النتائج التى توصلت إليها هذه الدراسة فى أن الصفات الفيزيقية لبذور الفول البلدى تتأثر بنوع العبوة حيث كانت العبوات المحكمة أفضل من حيث المحافظة على جودة طهى البذور ومنع الإصابة الحشرية بسوس

المخازن .*Bruchus rufimanus* Boh، كذلك فقد أمكن التحكم فى منع الاصابة الحشرية فى العبوات السيراميك فى حين كانت عملية التحميص هى المعاملة المثلى للمحافظة على جودة الطهى الا أن التخزين فى المكمورة يعتبر الافضل عن كل العبوات و المعاملات على الاطلاق . وقد بينت التجارب التى أجراها ذات الفريق البحثى على تحليل التربة بقرية برهيم بمحافظة المنوفية انفرادها بسمات تركيبية وفيزيقية معينة و هو الامر الذى يجعل هذه المنطقة دون غيرها صالحة لاجراء عملية كمر الفول (أى تخزينه تحت سطح الارض) و هناك بالفعل مؤسسة تتولى ادارة و تأجير هذه المكامير لتجار الفول و تسمى مؤسسة المكامير ويوضح الشكل رقم 10-20 دياجراماً للمكمورة وهى تتسع لأوزان من 2 إلى 30 طن وتحاط من الداخل بسيقان الفول البلدى والحلبة وبعد ملء المكمورة تغطى بأجولة الجوت ثم يعلوها طبقة تربة (1 م) ، و تجدر الإشارة إلى أنه بفتح المكمورة فإنه من الضرورى إخراج كل الفول المخزون بها بمعنى أنه لا يمكن إخراج كمية من الفول المكمور ثم إعادة غلق المكمورة بل يجب إفراغ المكمورة وإعادة تجهيزها من جديد .

جدول 10-21: نسبة وطور الإصابة الحشرية بالفول البلدى بعد 10 شهور من التخزين.

نوع العبوة	المعاملة	% الإصابة				المجموع
		بيض	يرقة	عذراء	خنافس	مراحل مختلطة	
أجولة جوت	كونترول	1.28	4.95	--	8.28	82.62	97.13
	رمل	34.64	--	--	--	65.35	99.99
	تراب ترميد	7.38	--	--	--	92.62	100.00
	قش حلبة	3.47	--	--	--	96.52	100.00
سيراميك	كونترول	10.00	--	--	--	90.00	100.00
	رمل	--	--	0.62	3.90	--	4.52
	تراب ترميد	--	--	1.95	3.38	--	5.34
	قش حلبة	13.62	--	--	--	86.33	99.95
بلاستيك	كونترول	--	--	4.38	0.95	--	5.33
	رمل	--	--	3.47	1.76	--	5.23
	تراب ترميد	--	0.04	3.47	2.04	--	5.55
	قش حلبة	--	--	4.28	2.00	--	6.28
صفيح	كونترول	--	0.19	--	2.29	--	2.43
	رمل	--	0.28	--	2.95	--	3.23
	تراب ترميد	--	0.19	--	3.14	--	3.34
	قش حلبة	--	0.14	--	2.81	--	2.95

Source : El-Tabey Shehata *et al* (1984) .



شكل 10-20 : دياجرام لمكمورة لتخزين الفول البلدى

Source : El-Tabey Shehata *et al.* (1984).

obeikandl.com

REFERENCES المراجع

1. Abdel-Aal, E.M. (1988). Formulation and evaluation of novel. Nutritious and economical products from cereal legume and oilseed blends. Ph.D. Thesis Fac. of Agric., Alexandria Univ. Alex. Egypt, pp. 209.
2. Abdel-Aal, E. M; Youssef, M. M.; Shehata, AA. and Mahdy, A. R. (1986). Chemical and functional properties of some legume powders. *Food Chem.*, 20: 153-156.
3. Abdel-Aal, E. M.; Youssef, M.M.; Shehata, A.A and El-Mahdy, A. R. (1986). Extractability and functional properties of some legume proteins isolated by three different methods. *J. Sci. Food Agri.*, 37: 553-559.
4. Ahmed, A.R. and Ramantham, G. (1988). Effect of natural fermentation on the functional properties of protein-enriched composite flour. *J. Food Sci.*, 53: pp. 218-221.
5. Attia, R.S. (1992). Effect of ripening, dehulling, cooking and parching on the chemical composition and nutritional value of chickpeas (*Cicer arietinum*). Ph. D. Thesis, Food Sci. Tech. Dept. Fac. of Agric. Alexandria Univ., Alexandria, Egypt.
6. Ayet, G., Muzqniz, M.; Burbano; C.; Robred, L.M; Cundrado, C. and Price, K.R. (1996). Determination of saponins in the main legumes cultivated in Spain. *Food Science and Technology International*, 2: 95-100.
7. Aykoryed, W.R. and Doughty, J. (1964). Legumes in human nutrition, pp. 138. Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO) Rome, Italy.
8. Bedford, L.V. (1986). Leguminous Crops and Their Pulse Products: A guide for the processing industries. *Technical Bulletin*. No. 59, pp-16.

obeikandl.com

9. Bedford, L.V. (1993). Technical Bulletin No. 59-Leguminous crops and their pulse products: A guide for the processing industries. The Campden Food and Drink Research Association Chipping Campden Glouces-Tershire GL 55 6LD, UK.
10. Bhatty, R.S. (1988). Composition and quality of lentil (*Lens culinaris* Medik): A review. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 21:144-160.
11. Buchle, T. S. (1981). Restrictions on using soya proteins in foods in Latin America and the world. J.A.O.C.S. 58, pp. 433-438.
12. Chopra, R. and Prasad, D.N. (1994). Standardization of soaking condition for soybean seeds/cotyledons for improved quality of soymilk. *Indian Journal of Animal Sciences* 64, 405-410.
13. Dagher, S. M. (ed) (1991). Traditional Food in Near East FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy.
14. Darby, W. J.; Ghalioungui, P. and Grivetti, L. (1977). Food: The Gift of Osiris, 2, pp, 682. Academic Press, London, New York and San Francisco.
15. De-Aquina, M.; Zaza G.; Carnovale, E.; Gaetani. S. and Spndoni, M. A. (1981). Heamolytic Toxic Factors in Faba beans (*Vicia faba*) biological and chemical assays. Nutrition Reports International 24: 1297-1303.
16. Del-Valle, F. R. (1981). Nutritional qualities of soya protein as affected by processing. S.A.D.C.S. 58, pp 419-429.
17. Dixon, J. M. (1983). Extrusion cooking. A hot technology food engineering Int., L. (July-August) pp 34-39.
18. El-Mahdy, A.R. (1974). Evaluation of (*Vicia faba*) bean as a source of protein and the influence of processing thereon. Ph.D. Thesis. Fac. of Agric., Alex Univ., Alexandria, Egypt, pp-257.
19. El-Mahdy, A.R. & El-Sebaiy, L. A. (1983). Changes in carbohydrates of germinating fenugreek seeds (*Trigonella foenum graecuml.*). *J. Sci. Food Agric.*, 34:951.

obeikandl.com

20. El-Tabey Shehata, A.M.; Messallam, A.S.; El-Banna, A.A.; Youssef, M.M. and El-Rouby, M. M. (1984). The effect of storage under different conditions on cooking quality, viability and bruchid infestation of faba beans (*Vicia faba* L.) *Trep. Stored Prod. Inf.* 49: 9-18.

21. Elias, L.G. and Edwardson, W. (1987). Bean Net Work. Proceedings of the Second Workshop, Antigna, Guatemala, 1-7 June 1987. IDRC-MR 157e, pp 260.

22. Gupta, Y. B. (1983). Nutritive value of legumes. In: Chemistry and biochemistry of legumes (Arora, S. K. Ed.) Edward Arnold, London, pp. 287-327.

23. Harper, J. M. and Jansen, G. R. (1985). Production of nutrition's precooked foods in developing countries by low-cost extrusion technology. *Food Review International*: 1:27-97.

24. Henderson, E. M. and Ankrah, S. A. (1985). The relationship of endogenous phytate, phytic acid and moisture uptake with cooking time in *Vicia faba* minor C. V. Aladdin. *Food Chemistry*. 17: 1-11.

25. Hesseltine, C. W. and Wang, H. L. (1967). Traditional fermented foods. *Biotech. and Bioengineering*, IX, pp. 275-288.

26. Jambunathan, R.; Blain, H. L.; Dhindsa, K. S.; Hussein, L. A.; Kogure, K.; Li-Juan, L. and Youssef, M. M. (1994). Diversifying use of cool season food legumes through processing in: Muehlbauer, F. J. and Kaiser, W. J. (eds.). Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Boston, London.

27. Janson, J. C. and Ryden, L. (eds) (1998). Protein Purification: Principles, High Resolution Methods and Applications. Second Edition. John Wiley & Sons Ltd. Baffins Lane Chicheter, U. K.

28. Jaworska, D.; Janicki, A. and Kusmierski, J. (1993). Effect of storage conditions of legume seeds on their water absorption and

texture profile after soaking. Food *Technology and Nutrition*, 22: 23-28.

29. Kamar, A. E. A. (1977). Chemical and technological studies on fenugreek powder. (M.Sc.) Thesis Fac. of Agric., Alex. Univ., Alexandria, Egypt, pp.
30. Koura, O. M. (1997). Novel pasta and snack food produced from different composite flours: Technological, chemical and nutritional evaluation. Ph.D. Thesis, Fac. of Agric. Alex. University, Alexandria Egypt pp. 244.
31. Martin-Cabrejas, M. A. and Esteban, R. M. (1995). Hard-to-cook phenomenon in beans: Changes in antinutrient factors and nitrogenous compounds during storage. *J. Sci. Food Agric.*, 69: 429-435.
32. Mc Watters, K. H. and Brantley, B. B. (1982). Characteristics of akara prepared from cowpea paste and meal. *Food Tech.*, 13: 66-68.
33. Minifie, G. W. (1989). Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology. Third edition. Van Nostrand Reinhold-New York.
34. Mohamed, A. M. (1984). Chemical and technological studies on lupine seeds *Lupinus termis* as a source of protein M.Sc. Thesis, Fac. of Agric., Alex. Univ., Alexandria, Egypt, pp. 210
35. Murray, E. D.; Myers, C. D.; Barker, L. D. and Maurice, T. J. (1981). Functional attributes of proteins. Anon covalent approach to processing and utilizing proteins. In: Utilization of Protein Resources: D. W. Stanley, Murray, E. D. and Lees, D. H. (ed.), pp. 158-176. Food and Nutrition Press Inc. West Port CT.
36. Nwokolo, E. (1996). Soybean (*Glycine max* (L.) Merr. In: Food and Feed from Legumes and Oil Seeds. (ed.), Nwokolo, E. and Smartt, J., Chapman & Hall, London, UK, pp. 90-102.

37. Nwokolo, E. and Smartt, J. (eds.) (1996). Food and Feed from Legumes and Oil Seeds. Chapman & Hall London. Glasgow. Weinheim. Tokyo. Melbourne. Madras.

38. Paramjyothi, S. and Mulimani, V. H. (1996). Effect of sprouting cooking and dehulling on polyphenols of redgram (*Cajanus cjan* L.). *J. Food Science and Technology*, 33: 259-260.

39. Peace, R. W.; Keith, M. O.; Sarwar, G. and Botting, H. G. (1988). Effects of storage on protein nutritional quality of grain legumes. *J. Food Sci.*, 53: 439-441 & 455.

40. Phillips, R. D. and Baker, E. A. (1987). Protein nutritional quality of traditional and novel cowpea products measured by *in vivo* and *in vitro* methods. *J. Food Sci.*, 52, 696-699.

41. Plummer, D. T. (1978). An Introduction to Practical Biochemistry McGraw-Hill Book Company (UK) Limited. London.

42. Pushpamma, P. and Geervani, P. (1987). Utilization of chickpea. In: Saxena, M. C. and Singh, K. B. (ed.). The Chickpea. CAB International, Wallingford, U. K., pp. 357-368.

43. Salem, S. A. (1984). Utilization of some oily seed's protein in some simulated products. Ph.D. Thesis, University of Galati, Romania.

44. Saler, M. G., Weber, C. W.; Taylor, R. R. and Stull, J. W. (1984). Effect of mild alkali treatment or dry roasting on cowpeas (*Vigna sinensis*) on protein quality. *Nutrition Reports International*, 29: 243-250.

45. Savelkoul, F. H. M. G.; Tamminga, S.; Leenaars, P. P. A. M.; Schering, J. and Maat, D. W. (1994). The degradation of lectins. Phaseolin and trypsin inhibitors during germination of white kidney beans, (*Phaseolus vulgaris* L.) *Plant Foods for Human Nutrition.* 45: 213-222.

46. Saxena, S. and Singh, G. (1977). Suitability of new soybean cultivars in the production of soy milk. *Journal of Food Science and Technology*, India: 34, 150-152.

47. Shehata, A. M. E. (1979). The use of legumes as human food in Egypt. Grain legume workshop. 3-4 Dec., 1979 Singapore Sponsored by IDRC, Canada.

48. Shehata, A. M. E. (1982). Cooking quality of Faba beans. In: Faba bean improvement (Hawtin & Webb eds.). ICARDA, Netherlands. Proc. Faba bean Conference, 1981. Martinus Nijhoff Publish., pp. 355-362.

49. Shekib, L. A. H. (1984). Chemical and biological assessment of lentil and rice proteins and their mixture (*Koshary*). Ph.D. Thesis. Fac. of Agric. Alex. Univ., Alexandria, Egypt. pp. 166.

50. Sosulski, F. W. and Mc Curdy, A. R. (1987). Functionality of flours, protein fractions and isolates from field peas and faba bean. *J. Food Sci.*, 52: 1010.

51. Sosulski, F. W. and Youngs, C.G. (1979). Yield and functional properties of air-classified protein and starch fractions from eight legume flours. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 56-292.

52. Sotelo, A. and Adsule, R. N. (1996). Chickpea (*Cicer arietinum* L.) In: Food and Feed from Legumes and Oil Seeds. (ed.) Nwokolo, E. and Smartt, J., Chapman & Hall, London, UK., pp. 82-89.

53. Tannous, R. I.; Abu-Shakra, S. and Hallab, A. H. (1978). Nutritional quality and importance of food legumes in Middle Eastern Diet. Food Legume Improvement and Development Workshop Sponsored by ICARDA, Aleppo, Syria., pp. 1-15.

54. Torun, B. (1981). Soybeans and soy products in the feeding of children. J. A. O. C. S. 58: pp. 460-464.

55. Torun, B.; Viter, F. E. and Young, V. R. (1981). Nutritional role of soya protein for humans. J. A. O. C. S. 58, pp. 400-405.

56. Tyler, R. T.; Young, C G. and Sosulski, F. W. (1984). Air classification of legumes: Cut size effects. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.* 17: 71-78.

57. Varriane-Marston, E. and Jackson, G. M. (1981). Hard-to-cook phenomenon in beans: Structural changes during storage and inhibition. *J. Food Science*. 46: 1379-1385.

58. Williams, P. C. and Singh, U. (1987). Nutritional quality and the evaluation of quality in breeding programms. In: Saxena, M. C. and Singh, K. B. (Ed.). The Chickpea. CAB International, Walling Ford, UK., pp. 329-356.

59. Youssef, M. M. (1978). A study of factors affecting the cookability of faba beans (*Vicia faba* L.). Ph.D. Thesis Fac. of Agric. Alex. Univ., Alexandria, Egypt, pp. 188.

60. Youssef, M. M.; Abdel-Aal, M. H. Hamza, M. A. and El-Banna, A. A. (1987). Chemical composition of some Egyptian foods made from faba beans (*Vicia faba L.*). Die Nahrung, 31: 185-187.

61. Youssef, M. M. and Bushuk, W. (1984). Microstructure of the seed coat of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds of different cookability. *Cercal Chem.* 61: 381-383.

62. Youssef, M. M. and Bushuk, W. (1986). Breadmaking properties of composite flours of wheat and faba bean protein preparations. *Cercal Chem.* 63: 357-361.

63. Youssef, M. M.; Bushuk, W.; Murray, E. D.; Zillman, R. and Shehata, A. M. (1982). Relationship between cookability and some chemical and physical properties of faba beans (*Vicia faba* L.) *J. Food Sci.*, 47: 1695-97 & 1709.

64. Youssef, M. M.; Hamza, M. A.; Abdel-Aal, M. H.; Shekib, L. A. and El-Banna, A. A. (1986). Amino acid composition and *in vitro* digestibility of some Egyptian foods made from faba bean (*Vicia faba* L.). Food Chemistry, 22: 225-233.

65. Ziena, H. M. S. (1981). Relationship between pod position on the plant and seed position in the pod of faba bean (*Vicia faba* L.) and the chemical changes during seed development and the cooking quality of dry seeds. M.Sc. Thesis, Alex., Univ., Alexandria, Egypt.

66. Ziena, H. M. S. (1989). Hard-to-cook phenomenon in relation to physical, chemical and biological properties of faba beans (*Vicia faba* L.). Ph.D. Thesis, Alex, Univ., Alexandria, Egypt.

67. Ziena, H. M.; Shehata, A. M. and Youssef, M. M. (1984). The effect of pod and seed position on the physical and cooking properties of faba beans (*Vicia faba* L.). *J. Sci. Food Agric.*, 35: 207-211.

68. Ziena, H. M.; Youssef, M. M. and El-Mahdy, A. R. (1991). Amino acid composition and some antinutritional factors of cooked faba beans (*Medammis*): Effects of cooking temperature and time. *J. Food Sci.*, 58: 1347-1352.

obeikandl.com

ملحق I

Appendix I

الأسماء الشائعة والأسماء العلمية لأهم البقوليات التى تستخدم لغذاء الإنسان .

الإسم العلمى	الإسم (الأسماء) الشائع	الإسم باللغة العربية
Arachis hypogaea L.	Groundunt-peanut-Monkey nut.	فول سودانى
Cajanus cajan	Pigeon pea - Angola pea - Congo bean or Pea No. or No-eye pea - Red gram - Yellow dhal.	بسلة هندية أو بسلة الجرام
Canavalia ensiformis (L.) DC.	Jack bean - Horse bean - Over look bean	الفاصوليا الصغيرة
Canavalia gladiata (Jacq) DC.	Sword bean	الفاصوليا ذات السيف
Cicer arietinum L.	Chickpea - Bengal gram - Dhal - Garbanzo gram.	حمص
Cyamopsis tetragonoloba (L.) Taubut.	Cluster bean - Guar.	الفاصوليا العنقودية
Dipteryx odorata (Aubl.). Wild	Tonka bean - Tonga - Cumaru-Tonquim.	فاصوليا تونكا
Glycime max. (L.) . Merv.	Soya bean - Soybean - Soya.	فول الصويا
Kevstingiella geocarpa. Harms	Kerstings groundnut	حب العزيز
Lablab purpureus (L.). Sweet	Hyacinth bean - Indian bean - Bonavist bean - Lubia bean (Arabic name).	فول اللوبيا
Lathyrus sativus L.	Grass pea - chickling vetch - Chickling pea.	البسلة العشبية
Lens culinaris Medik.	Lentil - Split pea - Red dahl.	العدس
Lupinus albus L.	Lupin - White Lupin - Lupine	الترمس
Mcrotyloma uniflorum (Lam.) verdc.	Horse gram	
Mucuna pruriens (L.)	Velvet bean	الفاصوليا الملساء

obeikandl.com

الإسم العلمى	الإسم (الأسماء) الشائع	الإسم باللغة العربية
Pachrhyzus erosus (L.) Urban.	Yam bean - Manoic pea	فاصوليا اليام - فاصوليا النب
Phaseolus acutifolius A. Gray.	Tepary bean - Rice haricot bean	فاصوليا تيبارى
Phaseolus coccineus L.	Runner bean - Scarletrunner - Multiflora bean (USA name).	فاصوليا مالتى فلورا
Phaseolus lunatus L.	Lima bean - Batter bean - Madagascar (butter) bean - Sievo bean - Burma bean.	فاصوليا الليما
Phaseolus vulgaris L.	Common bean - French bean - Kidney bean - Haricot bean - Snap bean - Frijoles (Latin - American name).	الفاصوليا
Pisum sativum L.	Pea	البسلة
Psophocarpus tetragonolobus (L.) DC	Winged bean - Asparagus bean - Goa bean.	فاصوليا الهليون أو الفاصوليا المجنحة
Sphenostylis stenocarpa.	African yam bean.	فاصوليا اليام الإفريقية
Tamarindus indica L.	Tamarino tree*	التمر هندى
Tetragonolobus purpureus Moench	Asparagus pea - Winged pea.	بسلة الهليون أو البسلة المجنحة
Vicia fava L.	Broad bean - Field bean. Faba bean - Fava bean	الفول البلدى
Vigna aconitifolia (Jacq.) Marechal	Moth bean - Mat bean	فاصوليا الفراشة أو الفاصوليا الخشنة
Vigna angularis (Wild) ohwifohashi.	Adzuki bean - Adsuki - Atsuki - Atsuki or Azuki bean.	فاصوليا أزوكى
Vigna mungo (L.) Hepper	Black gram - urd.	
Vigna umbellata (Thunb.).	Rice bean - climbing mountain bean - Mambi bean - oriental bean	فاصوليا الشرق
Vigna unguiculata (L.) Walp.	Cow pea - yard long bean catjang.	لوبيا
Vigna radiata (L.) Wilczek.	Mung bean - Green gram - Golden gram.	فول المانج
Voandzeia subterronea (L.) Thouors	Bambarra roundnut.	فول بامبارا

* شجرة مستديمة الخضرة تحتوى على قرون مستقيمة أو منحنية طول كل منها من 50-180 مم وتحتوى القرون على لب بنى طرى حول البذور . ويستخدم اللب كغذاء بد

أو يصنع منه مشروبات معينة فى الهند وسيلان .