

تكنولوجيا البقوليات

Legumes Technology

الأستاذ الدكتور / محمد محمود يوسف^١

دكتور/ رمضان شحانه عطيه^١

دكتور / حامد مرسى زينه^٢

قسم علوم وتكنولوجيا الأغذية

١- كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية - الشاطبي

٢- كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية - منهور

مكتبة المعارف الحريثة

٢٣ ش تاج الرؤساء سابا باشا الإسكندرية

ت: ٥٤٤٥٥٥١ - ٥٨٢٦٩٠٢

10- تكنولوجيا البقوليات Legumes Technology

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

رقم الصفحة	المحتويات
59	التانينات 3-4-10
61	عوامل الإنتفاخ 4-4-10
62	العوامل المساعدة للفايزم 5-4-10
65	مليدات الهيم 6-4-10
66	مببطات إنزيمات الألفا أميلاز 7-4-10
67	الجليكوسيدات السيانوجينية 8-4-10
67	العوامل المضادة للفيتامينات 9-4-10
68	السابونين 10-4-10
69	الجوتيروجينات 11-4-10
70	اللاذاروجينات 12-4-10
70	تحضير مركبات ومعزولات البروتينات 5-10
71	طريقة التقسيم الهوائي لتحضير مركبات البروتين 1-5-10
75	تحضير معزولات البروتين 2-5-10
75	أولا : الترسيب بالأملاح
77	ثانيا : الترسيب عن طريق خفض القوة الأيونية
79	ثالثا : الترسيب بالحرارة
79	رابعا: الترسيب عند نقطة التعادل الكهربى
79	خامسا: إستخلاص البروتينات فى وجود الإنزيمات لمحالة للبروتين
81	سادسا: فصل البروتين بالترشيح فوق العالى
81	سابعا: فصل البروتين بالترشيح الجلى

-ج-

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

1-10 مقدمة

تعتبر البقوليات من المصادر الرئيسية للبروتين الغذائي في العديد من البلدان ولا سيما تلك التي ترتفع فيها أسعار الأغذية الحيوانية (اللحوم والأسماك والدجاج) ؛ فعلى سبيل المثال يمثل ثمن الكيلوجرام الواحد من اللحم 10/1 متوسط المرتب الشهري للفرد في نيجيريا وحوالي 5/1 المرتب الشهري للفرد في سيراليون بينما يمثل أجر ساعة واحدة فقط في الولايات المتحدة الأمريكية . ويتراوح المحتوى البروتيني في البقوليات من 20 الى 37% . ولقد ثبت أن الإنسان الأول منذ زهاء 3200 سنة قبل الميلاد قد تغذى على البقوليات ؛ ويمكن القول بأن استخدام البقوليات في تغذية الإنسان كمكون تغذوي رئيسي قد بدأ منذ قرابة الثمانين قرنا ، وما زالت البقوليات حتى الآن تحتل موقعا متميزا في قائمة غذاء الكثير من الشعوب حتى وأنها تعتبر بمثابة staple food (أي الغذاء الأكثر استهلاكاً بواسطة السواد الأعظم من الناس) في بعض البلدان ، فعلى سبيل المثال يصل متوسط الإستهلاك اليومي من البقوليات للفرد في بلد كأوغندا الى نحو من 400 إلى 500 جرام . وهناك ثمة علاقة تربط بين ارتفاع مستوى المعيشة وتراجع إستهلاك البقوليات ، وقد يعزى إجماع شعوب الدول المتقدمة عن إستهلاك البقوليات بصفة أساسية إلى ماتحتويه من عوامل مضادة للتغذية antinutritional factors وبخاصة السكاكر المسببة للإنتفاخ flatulence وإنتاج الغازات في الأمعاء (من أمثلة هذه السكاكر : الراجينوز raffinose والأسناكيوس stachyose والفرباسكوس verbascose).

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

- الفول البلدي	faba bean	واسمه العلمي	<i>Vicia faba</i>
- الحمص	chickpea	واسمه العلمي	<i>Cicer arietinum</i>
- العدس	lentil	واسمه العلمي	<i>Lens culinaris</i>

- البسلة الجافة dry pea واسمها العلمى *Pisum sativum*
ويمكن تقسيم إجمالى إنتاج الأنواع الأربعة سالفه الذكر من البقوليات على
مستوى العالم وذلك على النحو التالى :

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

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

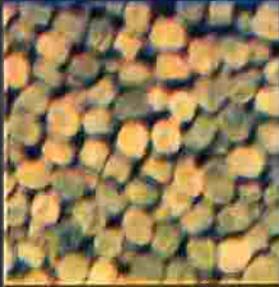
ويوضح الشكل 1-10 صورا فوتوغرافية لأهم ستة وثلاثين نوعا مختلفا من
البقوليات المستخدمة كغذاء للإنسان .

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

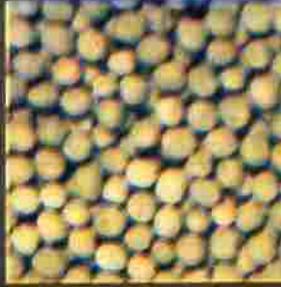
السنة	القمح		البصل		الذرة		المع		الذرة		التوت	
	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990	1980	1990
1990	1886	1821	1140	0677	0596	0712	0625	0712	1350	1163	1161	1163
7890	5316	4972	4284	2152	2701	1830	1538	1830	3755	3063	3063	3063
7913	6280	4951	3726	1358	2000	1199	-	1199	3634	3224	3224	3224
8008	4780	4501	3513	1356	0822	1157	1064	1157	2705	2134	2134	2134
4967	3192	2446	2155	1135	1073	1068	1101	1068	1775	1820	1820	1820
3063	2047	1633	1040	1080	1313	0952	1149	0952	1309	1746	1746	1746
1078	1511	1295	1583	0660	0438	0707	0627	0707	1480	1161	1161	1161
2431	1886	1821	1140	0677	0596	0712	0625	0712	1350	1163	1163	1163

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

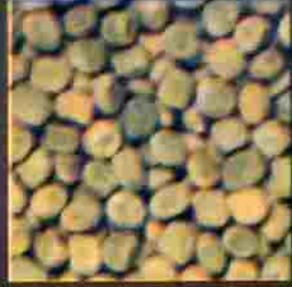
• أكبر دول العالم إنتاجا



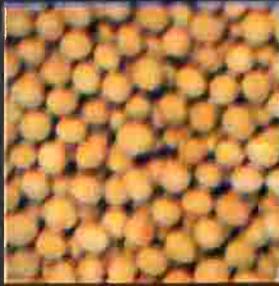
25



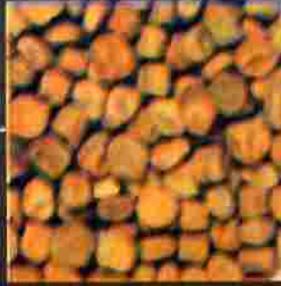
26



27



28



29



30



31



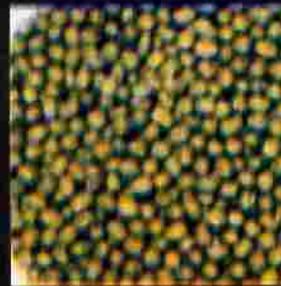
32



33



34



35



36

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

Source : Bedford (1986)

بيان بأسماء بذور البقوليات الموجودة بالصورة الفوتوغرافية شكل 10-1

- | | | |
|----|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Peanuts | الفول السوداني |
| 2 | Chickpeas | الحمص |
| 3 | Soyabeans | فول الصويا |
| 4 | Split Red Lentils | العدس منزوع القشرة (العدس الأصفر) |
| 5 | Brown Lentils | العدس البني (العدس بجبة) |
| 6 | Green Lentils | العدس الأخضر |
| 7 | Lima Beans | فاصوليا الليما |
| 8 | Pea Bean | فاصوليا البيبي |
| 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 الفرنسي |



13



14



15



16



17



18



19



20



21



22



23



24

تابع شكل 10 - 1 ، صور فوتوغرافية لأهم بذور البقوليات التي يأكلها الإنسان

Source : Bedford (1986)

13	Pinto	بنتو
14	Cranberry Beans cv. Taylor Hart	فول كرانبيري
15	Rose Cocoa Beans	فول الكاكاو الوردى
16	Brown Beans	الفول البنى
17	Pink Beans - California Pink	الفول الوردى - وردى كاليفورنيا
18	Small Red Beans	الفول الأحمر الصغير
19	Runner Beans	فول رنر
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



1



2



3



4



5



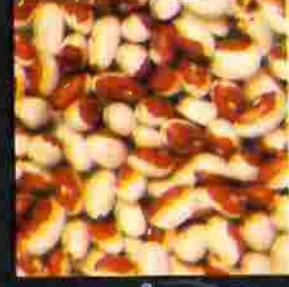
6



7



8



9



10



11



12

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

Source : Bedford (1986)

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

Source : Bedford (1986).

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

وعادة ما يستخدم مصطلح pulse crop للبقوليات التي 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 التي تؤكل في صورة بذور (pulse) أما لفظة *Dhal* فتعني ناتج يصنع من البذور منزوعة القصرة لبعض أنواع البقوليات . وبالإضافة إلى البذور الجافة فإنه يتم إستهلاك القرون غير الناضجة *unripe pods* والأوراق بل والجذور في 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 والتي تختلف في صفاتها الوظيفية والتغذية 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 في إستخدامات التقنيات المختلفة لتصنيع البقوليات على ذات المنوال الذي تم بالنسبة لفول الصويا - وذلك عن طريق تصنيعها إلى منتجات غنية في البروتين وأخرى غنية في النشا . ولا شك أن المظهر الجذاب يعتبر على رأس أهداف تصنيع البقوليات ، فإزالة القصرة وفصل الفلقات مثلا لا تؤديان فقط إلى زيادة جاذبية البقوليات ولكنهما تقللان من وقت الطهي وتلك التقنيات تم إستخدامها منذ مئات السنين .

وفي الحقبة الأخيرة تنامي إتجاه إقتصادي 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 في البداية باليابان إلا أنه قد أصبح الآن بمثابة ناتج يستهلك في العديد من بلاد العالم) . ويتضح هذا الإتجاه جليا في كل من اليابان ، تايوان ، تايلاند ، الولايات المتحدة الأمريكية وهي دول تتميز بقوة إقتصادها حيث ترحم الإهتمام بتصنيع البقوليات بتخصيص إستثمارات ضخمة لتصنيع أغذية التسالي *snack foods* والتي 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

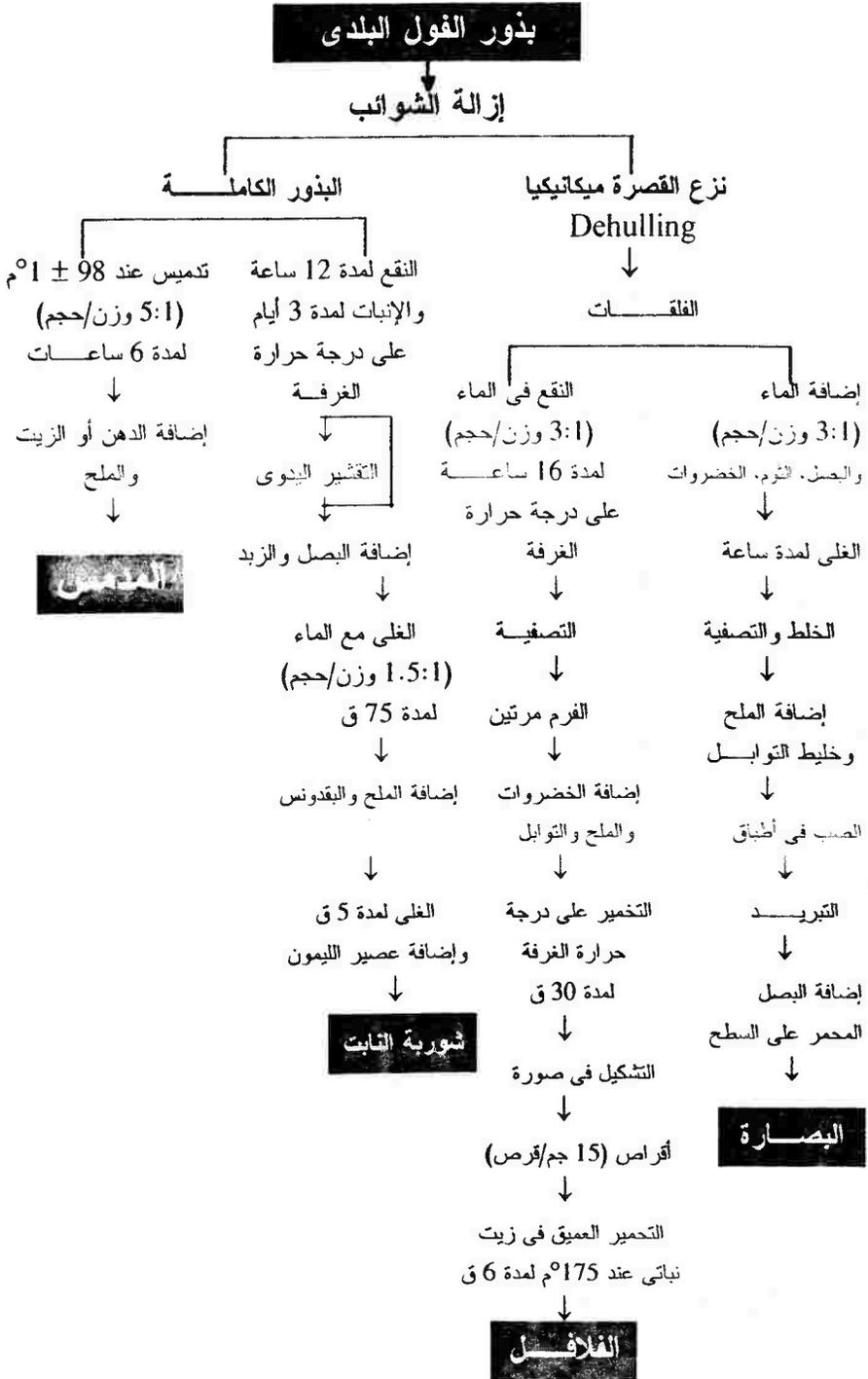
تطور فن الإعلان المقروء والمسموع والمنظور قد لعب دوراً مؤثراً في فتح أسواق جديدة لمثل هذه المنتجات الجديدة ، فعلى سبيل المثال فقد بلغ حجم مبيعات أغذية التسالي نحو 7.8 بليون دولار في دول السوق الأوروبية المشتركة في عام 1992 . ويعتبر التقدم الذى حدث في تكنولوجيا التشكيل بالبتق extrusion من العوامل الهامة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

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

10-2-1 الفول البلدى Faba Bean

من أكثر الأطباق المصنعة من الفول البلدى في 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 في الزيت) ، البصارة (فلقات الفول ويتم طبخها مع بعض المكونات الأخرى والتوابل ثم تصب في أطباق) ، وشورية النبات (يتم غلى بذور الفول المنبتة مع الماء وبعض المكونات الأخرى) . ويوضح الشكل 6-2 طرق إعداد المنتجات سالفه الذكر .

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



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

Source : Youssef et al. (198)

ويبين جدول 10-2 التركيب الكيماوى الإجمالى (التقريبى) لأهم منتجات الفول البلدى المصنعة فى مصر وذلك مقارنة بالبنور 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 اللايبروتينى	المستخلص الأكبرى الخام	الرماد	الألياف الخام
البنور الكاملة	54	32	0.5	1.3	3.3	9.5
المدمس	47	28	0.4	13.9	4.5	7.4
العقافل	32	24	0.4	31.6	4.1	7.9
شورية 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
البنور 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
العقافل	66	1.6	7.0	143	1.0	301	888	1050	1.9
شورية 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 لبنور 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 .

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

* 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 لشورية النابت فقد كانت الأعلى تليها البصارة فالمدمس فالفلافل .

وتجدر الإشارة إلى أن زينة وآخرين (1991) Ziena, et al., 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 المغلى (من منظور الحفاظ على الأحماض الأمينية الأساسية والتخلص من العوامل المضادة للتغذية) هي 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 .

ونوه إلى أن المدمس على الرغم من كونه طبقا مصرية 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 الإمتاع refreshment ، ويتم تصنيعها بواسطة تقنيات بسيطة حيث يتم إنتاج الفول المملح عن طريق غليه مع محلول ملحي 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 إليها 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 التخمير 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 والتي يمكن تصنيعها عن طريق خلط الفول البلى مع الدقيق والملح والماء وذلك باستخدام طرق تصنيعية خاصة . ويتم إنتاج عجائن فول بلى بنكهات محددة مثل السمسم ، الدجاج ، اللحم ومن أشهر هذه العجائن فى الصين تلك المعروفة باسم huoguo والتي يتم إنتاجها فى محافظات معينة بالصين . وتجد

الإشارة إلى أن الصلصات من المكونات الرئيسية التي تستخدم لإعداد أطباق صينية لذيفة الطعم .

ثالثا : الأغذية النشوية Starch foods

للنشا إستخدامات مختلفة إذ يمكن إستخدامه مباشرة كغذاء أو قد يدخل في تصنيع أغذية أخرى . ويمكن إستخدام نشا الفول في إنتاج أنواع من المكرونة المعروفة باسم noodles وكذا في إنتاج الجلى . ويستخدم نشا الفول في 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 ، وفي بعض الأحيان يتم إضافة السمس والسكر لإنتاج منتجات حلوة الطعم .

ومنذ أربعة عقود ماضية فقد أصبح الفول البلدى جزءاً هاماً من الوجبة اليابانية حيث يتم تصنيع الفول في صور مختلفة تعد بمثابة مكونات رئيسية أو مكملة في الوجبة الغذائية ، ومن أمثلة هذه المنتجات خثرة البروتين protein curd والصلصات والعجائن المتخمرة . وفي الوقت الراهن فقد شاع إستخدام الفول البلدى في 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 والتي تشمل البذور المحمرة ، بذور مطبوخة ومحمرة مع السمس 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 .

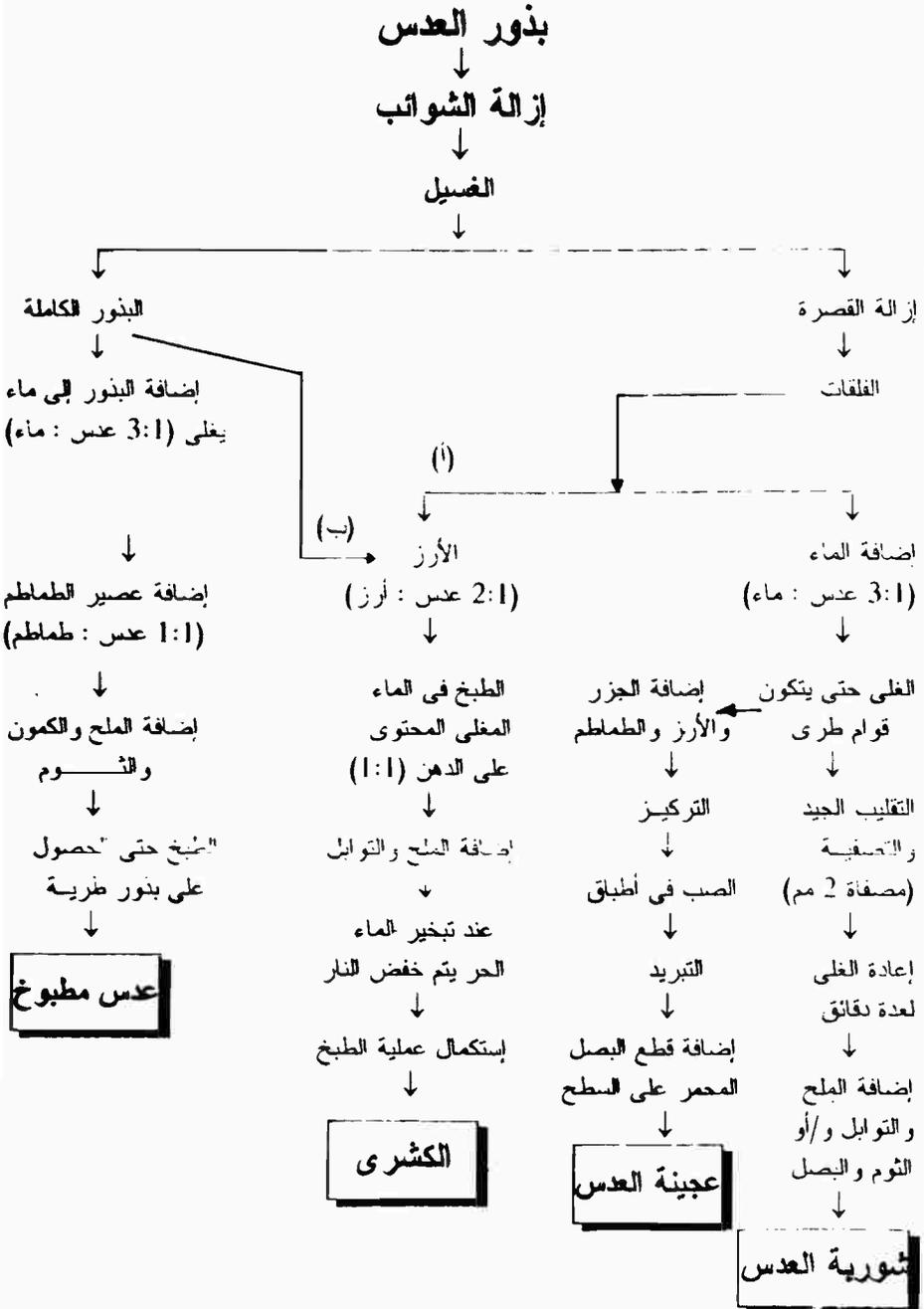
أما في مقاطعة كويبيك Quebec بكندا فإن شوربة الفول البلدى تعتبر ناتجا محليا خاصا وعادة ما يضاف إليها بعض الخضروات والأعشاب herbs .

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

Lentils 2-2-10 العدس

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 الشورية ، 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 الشورية ، العجينة ، الكشرى ، بالإضافة إلى البذور الكاملة التى يتم أيضا طبخها . وتعتبر جودة طهى العدس بمثابة عامل الجودة الرئيسى للبذور المزعم 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 بنور العدس وفقاً 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 المعبأ قياس الـ pH ، اللزوجة ، الخواص العضوية الحسية ، والعد البكتيرى .

ويتم تغليب شورية العدس وذلك بعد الطبخ حيث تعبأ الشورية فى علب وتجرى عملية طرد الهواء (الخلخلة exhausting) لمدة 15 ق على 96°م بعدها يتم قفل العلب قفلاً مزدوجاً ثم تعقم العلب عند 2 ضغط جوى لمدة 15 ق (تختلف هذه الظروف تبعاً لحجم العلب) . ويمكن تحضير شورية عدس جاهزة instant عن طريق غلى بذور العدس منزوعة القشرة 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 التي يتم تصنيعها من العدس في مصر (أ - كشري بالعدس منزوع القصرة ، ب- كشري بالعدس الكامل) .

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 يودى الى تكامل الأحماض الأمينية الأساسية بدرجة كبيرة (الأرز غنى فى الأحماض الأمينية الكبريتية وفقير فى الحمض الأمينى ليسين على عكس العدس) .

ويعتبر البوتاسيوم والفسفور بمثابة العناصر المعدنية الرئيسية فى الكشرى. وقد أوضحت البحوث أن نقع بذور العدس قبل الطهى يودى 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)

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

Source : Shckib (1984).

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

10-2-3- الفاصوليا Beans

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

وتوجد أنواع مخلقة من الفاصوليا أهمها :

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

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

البلد	الإنتاج (ألف طن)
تركيا	400
الصين	340
إيطاليا	272
إسبانيا	245
الولايات المتحدة الأمريكية	130
مصر	130

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

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% بروتينا 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

تعرض الفاصوليا الجافة - شأنها فى ذلك شأن البقوليات الأخرى - 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 مواتمة (درجة حرارة عالية ورطوبة نسبية عالية) يؤدي الى حدوث ظاهرة الحصرمة مما يعنى ضرورة طبخ البذور لمدة أطول ، بل وقد لايمكن تطريتها مهما طالّت 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 مناسباً لعملية التصنيع . حيث أن استخدام ماء شديد اليسر يؤدي إلى حدوث إنفراط splitting البذور ويكون قوامها طريا جدا مع تكوين جل . من ناحية أخرى فإن استخدام ماء شديد العسر فى عملية طهى الفاصوليا قد يؤدي إلى حصرمة البذور . ويتم تعليب بذور الفاصوليا إما فى الماء أو فى محلول ملحي 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 تغليب 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 المعبأ) . 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 تغليب 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 تغليب اللحم والفاصوليا فى عصير الطماطم مع إضافة السكر والتوابل . وقد تبين أن الماء المناسب لعملية التغليب يكون ذا قيمة تتراوح من 4 الى 9 وحدة grain/* جالون (من 68 إلى 154 جزء فى المليون) من كربونات الكالسيوم التى تضافى الصلابة . وتوجد خلطات أخرى لا يستخدم فيها لحم الخنزير إذ يمكن إستخدام لحوم البقر أو السجق عوضا عنه .

ج- منتجات أخرى :

يتم تغليب الفاصوليا الحمراء كلوية الشكل Red kidney Beans إما فى محلول ملهى أو سكرى أو فى عصير طماطم متبل . تبين أن الماء المناسب للتغليب 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

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

الفاصوليا three bean salad وهى عادة تتكون من الفاصوليا الخضراء وفاصوليا نافي Navy Bean وفاصوليا اللима 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 التجفيد) 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 تغليب هذا الناتج . وتتم عملية التصنيع بإجراء طبخ مبدئى pre-cooking مع إضافة الدهن والملح ثم التجفيد . 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 استخدام بذور الفاصوليا السوداء black beans .

خامسا : الفاصوليا الخضراء Green Beans

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

10-2-4. الحمص Chickpea

يعتبر الحمص من المحاصيل البقولية الهامة والتي تنتشر في 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 .

وتدرج أصناف الحمص عامة تحت قسمين أساسيين ويمثل القسم الأول في مصر الحمص البلدى الذى يتصف بصغر حجم بذوره نسبيا وتفاوت لونها من الأصفر الى 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 والتي إنتقلت هذه الأصناف منها إلى الهند. كذلك فمن الشائع إستخدام أسماء مختلفة للحمص لعل أهمها مايتى :

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 ما لايزيد عن 16 الف طن ، وفيما يلى الكميات المنتجة من الحمص فى الدول الخمس الأكبر إنتاجا فى العالم :

البلد	الإنتاج بالآلف طن	% من الإنتاج العالمى
الهند	5406	67.44
تركيا	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 عالية 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) .

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

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 منبئة 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 وتبتل 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 تغليب بذور الحمص الكاملة بعد النقع والغلى فى الماء حيث تغلب فى محلول ملحي 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 المسلوq كأحد المكونات الرئيسية فى إنتاج الكشرى .

وتعتبر عملية التحميص على درجات حرارة عالية من الطرق الهامة والشائعة التي تستخدم في تصنيع الحمص لإنتاج أغذية التسالي 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 (1:3 بذور: رمل) على درجة حرارة 240م 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 والتي تختلف عن المعاملة الحرارية الهينة نسبيا وبدون إستخدام الجير والمعروفه باسم roasting (100-110م)

Dehulled dry seeds

ثانيا: البذور الجافة مزالة القصرة

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 طحينه الحمص كما سبق ذكره . وفى السودان فإنه يتم طبخ بذور الحمص المقشور مع اللبن والسكر لعمل البلبيلة (بدلا من القمح الذى يستخدم فى مصر لإنتاج هذا الناتج) . ومن المنتجات الشائعة ذلك الناتج الذى يستخدم كأغذية تسالي ويستخدم فيه الحمص الشامى المقشور بعد نقعه فى الماء وتحميره فى الزيت تحميرا عميقا ثم إضافة الملح والتوابل إليه .

Chickpea flour

ثالثا : دقيق الحمص

يعتبر دقيق الحمص أحد المنتجات الهامة حيث يستخدم بكثرة خاصة فى بلد كالهند كمكون رئيسى فى تصنيع أنواع من الحلوى وأغذية التسالي التى يقبل عايبها 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 (للحك الصغير المحلى بالسكر) .

وفى شمال افريقيا يعتبر دقيق الحمص بمثابة المكون الأساسى فى عمل الكسكى بالإضافة إلى إستخدامه فى إنتاج 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 الخبز ، 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 .

رابعاً: البذور الخضراء غير مكتملة النضج

Immature green seeds:

تعرف البذور الخضراء غير مكتملة النضج من الحمص (قبل اسبوعين من الوصول الى النضج الكامل) باسم الملائنة فى مصر وهى تستخدم للأكل كأغذية تسالى طازجة فى موسم النمو أو قد يتم غلى القرون كاملة فى الماء ثم تؤكل البذور والتي 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 فإنه يمكن إستخدام القرون الخضراء فى مرحلة مبكرة حيث تطبخ كاملة وهو نفس الحال الذى يتبع مع الأوراق الصغيرة والبراعم والتي يمكن أن تطهى وتؤكل على ذات المنوال بالنسبة للسبانخ .

10-2-5- البسلة Pea

تسوق البسلة على صورة البذور الخضراء سواء فى الحالة الطازجة أو المجمدة أو المعلبة. وفى إنجلترا تسمى البسلة التى تغلب 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 قشرتها 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 استخدام 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 وإنجلترا 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 *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- اللوبيا Cowpea (*Vigna unguiculata*)

تعتبر اللوبيا من البقوليات الهامة التى يشيع استخدامها فى صورة البذور الجافة أو كقرون خضراء كاملة يتم طهيها فى بعض المناطق، وفى 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 تخميره تخميرا عميقا) أو الناتج المعروف باسم *Moin moin* والذى يتم إنتاجه عن طريق المعاملة بالبخار *steaming* ، كذلك فإنه 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 وتخميرها 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* تشمل على دقيق اللوبيا ، وقد تبين أن عملية التخمير تحسن من القيمة التغذوية للوبيا . وهناك دراسات كثيرة تعنى بالظروف التصنيعية التى تؤثر على جودة الأكارا كما أن هناك محاولات لنشر هذا الناتج الأفريقى 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 (*Lupinus albus L.*)

(*Lupinus termis L.*)

بذور الترمس غنية بالبروتين وتستخدم كأغذية تسالى *snack* فى مصر وبعض البلدان الأفريقية وفى الشرق الأوسط وأمريكا الجنوبية ، أضف إلى ذلك إستخدام الترمس كمحصول زيتى فى بعض مناطق أمريكا الجنوبية . من ناحية أخرى فإنه يتم استخدام دقيق الترمس كمادة مدعمة *fortifier* للخبز ومنتجات الخبز ، 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 .

وفي مصر ودول الشرق غالبا ماتزرع الأصناف المرة وتلك يتم إعداد بذورها للإستهلاك الأدمى 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 (1:5 بذور : ماء) لنحو خمس ساعات ، وتكرر هذه 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 وتتقع 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 بإجراء 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) .

المكونات	البذور الخام	البذور مزالة المرارة
السعرات (Kcal)	403.3	425.3
البروتين الخام	38.3	39.9
الدهن الخام	11.5	13.5
الكربوهيدرات	32.5	30.0
القلويدات	1.5	0.01
الرمماد	3.4	1.7
الرطوبة	10.2	20.5

Source : Mohammed (1984).

10-2-8 الحلبة (*Trigonella foenum graecum* L.) Fenugreek

تستهلك بذور الحلبة في مصر والعديد من دول الشرق الأوسط والدول العربية؛ ومن الإستخدامات الشائعة إعداد مشروب ساخن مع العسل الأسود treacle والذي يتم تناوله في 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 المنبئة .

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

البذور المنبئة لمدة ثلاثة أيام	البذور الجافة	المكونات
378.0	400.0	الطاقة (كيلوكالورى/100 جم)
66.1	11.1	الرطوبة %
35.1	33.8	البروتين الخام %
4.7	7.5	للبييدات %
6.4	8.7	للسكاكر الذائبة
42.5	40.6	الكربوهيدرات
		(بخلاف للسكاكر الذائبة %)
8.3	5.8	الألياف الخام %
3.0	3.5	الرماد %
		العناصر المعدنية (ملجم/100جم)
218.0	130.0	الصوديوم
18.9	32.3	البوتاسيوم
158.0	186.0	الكالسيوم
140.0	152.0	الماغنسيوم
402.0	348.0	الفوسفور
5.0	4.1	للزنك
2.2	2.9	للنحاس
17.8	21.6	الحديد

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

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 إعداداه 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 والسكريات الذاتية .

10-2-9- فول المانج (*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 المنبته 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 المنبثة 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 استخدامه كغذاء حيوانى مرتفع القيمة التغذوية فهو مصدر جيد للطاقة والفيتامينات والمعادن ولذا أصبحت الاستفادة 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

الدولة	الإنتاج بالمليون طن	% من الإنتاج العالمى
1- الولايات المتحدة الأمريكية	58.6	46.51
2- البرازيل	25.6	20.31
3- الصين	13.5	10.73
4- الأرجنتين	12.1	9.60
5- الهند	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 لا تتعدى 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 مركبات 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 - مثلته فى ذلك مثل

البقوليات الأخرى - يعد مصدرا جيدا للثيامين والريبوفلافين والنياسين والكالسيوم والماغنسيوم .

جدول 10-9 التركيب الكيماوى الإجمالى (التقريبى) ومحتوى الفيتامينات والمعادن لبذور فول الصويا وبقيقه منزوع الدهن ومركبات ومغزولات بروتيناته .

المكون	فول الصويا الخام	الدقيق منزوع الدهن	مركز بروتين	مغزول بروتين
الطاقة (Kcal/100 جم)	416.0	329.0	332.0	338
الرطوبة %	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
الرماد %	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
نياسين 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
حديد 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
نحاس ملجم/100 جم	1.65	4.06	0.97	1.60
زنك 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 ما بين 76-87% بينما تتراوح القيمة الحيوية biological value ما بين 64-80% .

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

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

Source : Gupta (1983).

ويمكن القول بأن تقبل بروتينات فول الصويا ومنتجاته يرتبط ارتباطاً مباشراً بالعوادات الغذائية وخصائص الأطباق التقليدية الشائعة في كل منطقة . ومن أهم العوامل المحددة لاستهلاك بروتينات الصويا هو وجود النكهة غير المرغوبة off-flavour فضلاً 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 التي تضيف نكهة جذابة قيد الدراسة والتطوير .

كذلك فإن وجود سكاكر معينة بفول الصويا ومنتجاته تسبب تكون غازات في الأمعاء (flatulence) وتلك تعد من أهم المعوقات التي تحد من إستهلاك فول الصويا ومنتجاته ولاسيما في الدول المتقدمة . أضف إلى ذلك تلك التشريعات التي تسنها بعض الدول بهدف ترشيد أسعار المنتجات الغذائية بها وكذا الحيلولة دون حدوث تغيرات دراماتيكية في الأنماط الإستهلاكية لشعوبها ويتضح ذلك جلياً في حالة منتجات اللحوم التي يضاف إليها فول الصويا إذ يسمح بوجود نسبة قصوى من فول الصويا في هذه المنتجات وإلا اعتبرت منتجات لا تدرج تحت أسمائها الأصلية . غير أن الصورة مختلفة في 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 بالبتق (extrusion).

وبصفة عامة نجد أن بروتينات فول الصويا قد لعبت وما زالت تلعب دوراً هاماً ومنتامياً 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:

أولاً : بذور فول الصويا (الكاملة ومنزوعة القصرة) :

تفصص البذور الخضراء غير الناضجة من قرونها وتطهى (كما فى البسلة وال فول الأخضر) ، كذلك فإنه يمكن طهى القرون الخضراء كاملة ثم تفصص قبل تناولها ، أما البذور الجافة فتستخدم كاملة أو فى صورة فلفات (بذور منزوعة القصرة) فى إعداد منتجات غذائية متباينة . كذلك فإنه يمكن إجراء عملية تحميص للبذور متبوعة بعملية تغطية بالسيكولاته . 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 النبات . ويعتبر الناتج الأخير أحد الأطباق الشائعة فى جنوب شرق آسيا وتجدر الإشارة الى أن بذور فول الصويا المحمص 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 *miso ; yubo ; kinako ; tofu ; natto ; tempeh* . وفيما يلى طرق تصنيع المنتجات الثلاثة الأولى سالفه 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 تلقح بواسطة فطر *Aspergillus oryza* ثم يتم تحضين المخلوط للتخمير 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- التمبر *Tempeh* :

وهذه تحضر من البذور الكاملة أو الفلفات بعد النقع والطهى فى الماء المتبوع بالتخمير 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 .

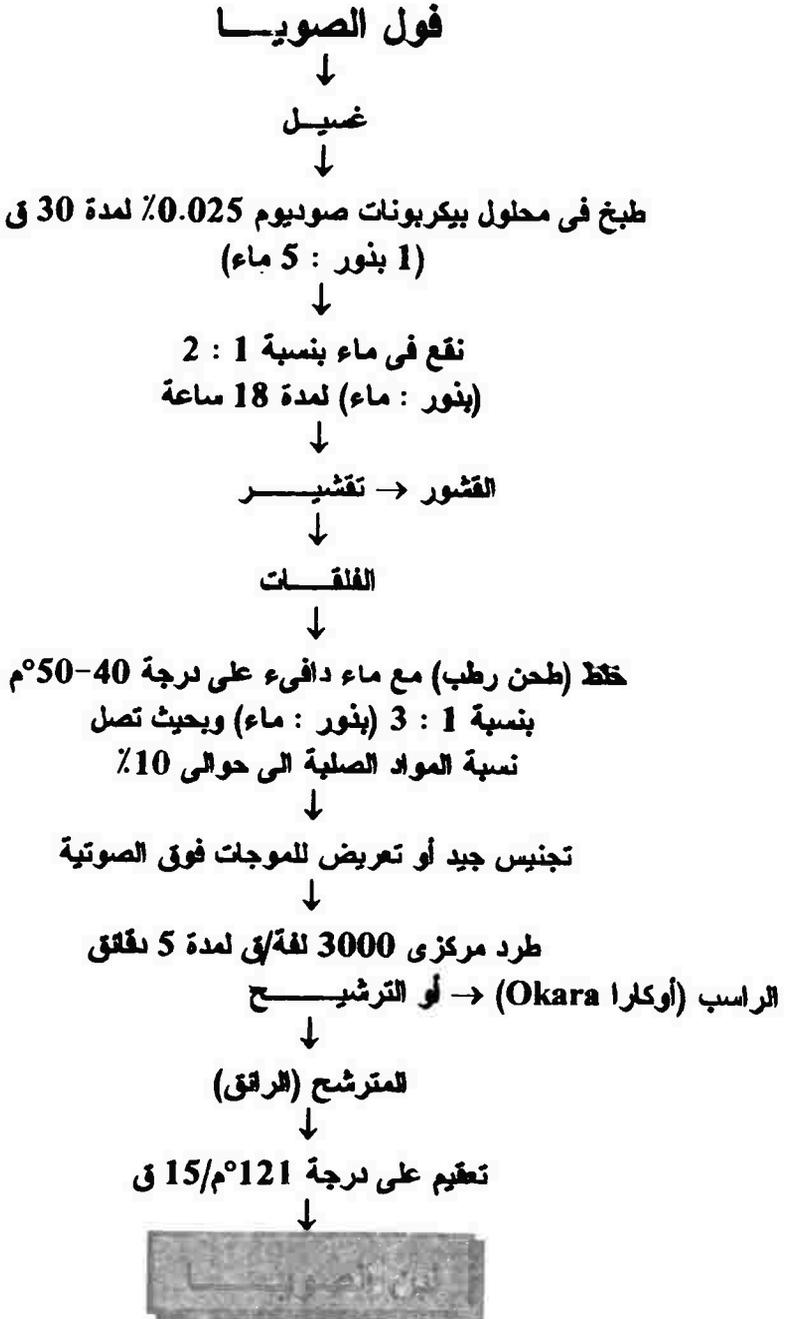
ج- الناتو : Natto

وفيه تستخدم بكتيريا *Bacillus subtilis (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 .

ثانيا : لبن الصويا : Soymilk

حظى لبن الصويا باهتمام كبير سواء 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 الأوفى خلط لبن الصويا مع اللبن الحيوانى حيث يتم المحافظة على مستوى الجودة والتقبل للعام 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 كيميائية ولا سيما تلك الناتجة عن نشاط إنزيمات الأكسدة والتحلل للزيت التى تؤدى إلى ظهور نكهات غير مرغوبة يصعب التخلص منها بعد ذلك. وقد تبين أن عملية الطبخ فى محلول بيكربونات صوديوم تساعد إلى حد كبير فى تحسين اللون كما أن النقع فى محلول بيكربونات صوديوم قبل الطبخ يقلل من الزمن اللازم للطبخ (ولكن يجب أن نأخذ فى الاعتبار التأثير السلبى للقويات 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



شكل 10-4 : الخطوات الأساسية لتصنيع لبن الصويا

والتقسير . اما عن كمية الماء اللازمة لعملية النقع فقد أشارت بعض الدراسات إلى أن قيم معامل التشرّب hydration coefficient المثلى هي 129% للبنور الكاملة، 117% للفلقات وتبين أن زيادة مدة النقع فوق تلك القيم تؤدي إلى فقد في المواد الصلبة الذائبة في 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 الفيزيكية والكيميائية لبين فول الصويا .

جدول 10-11: بعض الخصائص الفيزيكية والكيميائية لبين فول الصويا.

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

Source : Saxena and Singh (1997).

ويمكن تحضير لبن الصويا في صورة جافة على غرار مسحوق اللبن الحيواني وذلك عن طريق استخدام التجفيف بالرشاز spray drying ، وتجدر الإشارة إلى أن هذا الناتج يلقي قبولا خاصة في الدول النامية وذلك نظراً لإمكانية حفظه لمدة طويلة بالإضافة إلى انخفاض تكاليف النقل . ويمكن أيضاً تحضير لبن الصويا في صورة مركزة (20-30% مواد صلبة) وذلك باستخدام بذور فول صويا منبّة بغرض تحسين القيمة التغذوية للناتج . وتوجد الآن خطوط إنتاج كاملة لإنتاج لبن الصويا بحيث يضمن إستخدامها سلامة الناتج بالإضافة إلى 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 كعلاف حيوانى غير أن ارتفاع محتواه من البروتين قد نبه الباحثين إلى محاولة إستخدامه فى تدعيم الأغذية مثل صناعة المكرونة وإنتاج 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 1997, Koura) .

Soybean oil

ثالثاً : زيت فول الصويا

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 لا تتعدى 7% من تركيب الأحماض الدهنية . ويعزى عدم ثبات زيت فول الصويا ضد الأكسدة – ولا سيما عند استخدامه كزيت تحمير - 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 نسبياً من الفوسفوليبيدات (2-3.5%) ، وتلك تزال أثناء عمليات التتقية ولا سيما فى مرحلة إزالة الصمغ . وتتركب فوسفوليبيدات زيت فول الصويا أساساً من المركبات التالية :

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

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

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 على 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 طالبت مدة الطهى ، ولهذا فان سعر تلك البذور التي تتصف بتلك الصفة يكون اقل بالنسبة لمثيلاتها سهلة الطهى ، وعلى 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 الفيزيكية والفيزيوكيماوية للبذور فلإن ظاهرة الحصرمة فى البقوليات يمكن تقسيمها إلى قسمين رئيسيين:

الاول: يرجع إلى الغلاف الصلب (hard-shell) والذي يظهر مقاومته للتشرب بالماء او الذى يتشرب الماء بدرجة غير كافية لثناء لاقع ومن ثم لا يحدث لمثل هذه البذور تطرية لثناء الطهى.

الثانى : يشتمل على البذور التى تتشرب الماء بقدر كاف اثناء النقع ولكن لا يحدث 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 تعاني من ظاهرة الحصرمة من حيث العوامل التى تؤثر على نمو تلك البذور فى الحقل والمسلك الذى تسلكه اثناء الطهي ومدى استجابتها للمعاملات التكنولوجية المختلفة والاختلافات التركيبية والكيموحيوية .

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

وظاهرة الحصرمة اما ظاهرة عكسية reversible وتعتري البذور حديثة الحصاد أو غير عكسية irreversible وهي تحدث للبذور أثناء التخزين السيء .

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 على البذور بظهر ملعقة أو قياس المساحة المبللة التى تخلفها البذرة المطهية عند الضغط عليها بتقل 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 بالقولم من مؤشرات. ويوضح الشكل 10-5 تقسيما لأنماط الحصرمة التى تحدث فى بذور البقوليات ولتى أسلفنا نكرها .

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

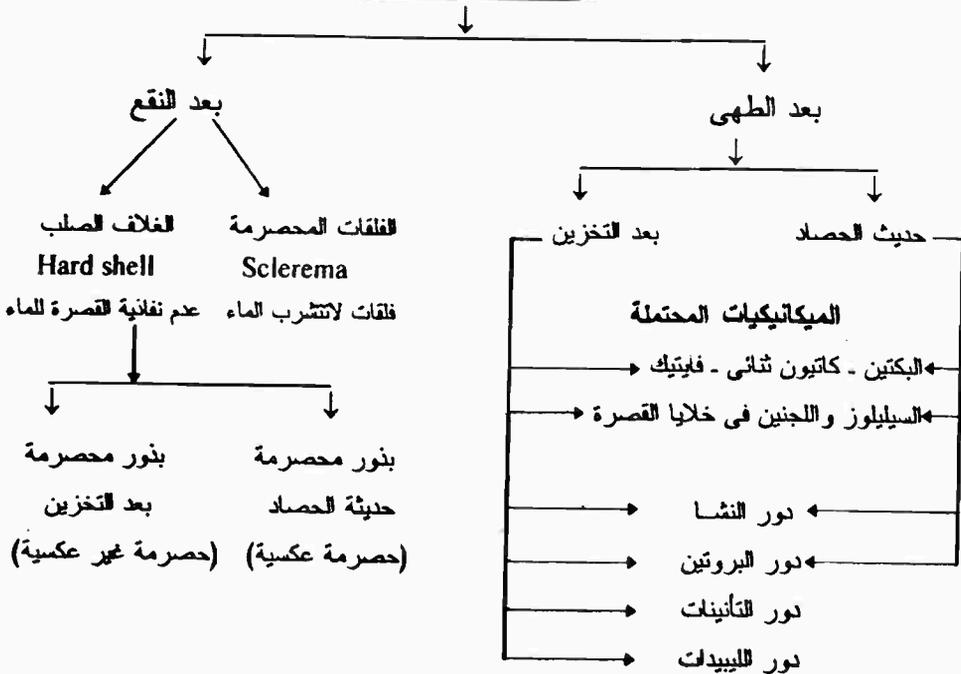
1-3-10 حصرمة النقع

Hard shell

أولا : الغلاف الصلب

تطلق هذه الصفة على البذور التي 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 ، إلا أن علماء المحاصيل أطلقوا عليها اسم الغلاف الصلب hard shell بحيث يعبر هذا المصطلح عن جميع البذور التي تقاوم عملية تشرب الماء بعد النقع على درجة حرارة الغرفة لمدة معينة (6 ، 12 ، 18 ، 24 ساعة) ومن ثم لا يحدث لها إنبات وربما لا يحدث لها تطرية بالدرجة المقبولة بعد الطهي .

بذور محصرمة



شكل 10-5 : شكل تخطيطي 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 ما بين صفر و 80% في 355 صنفا من أصناف الفاصوليا بينما تراوحت هذه النسبة ما بين صفر و 82% في 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 الطهي .

أ - الغلاف الصلب فى البذور حديثة الحصاد (الحصرة 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 المنوية للقصرة الصلبة للبذور حديثة الحصاد حيث أوضحت إحدى الدراسات أنه فى 12 صنفا من الفاصوليا تباينت النسبة المنوية 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 إلا 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 (الحصرة غير العكسية) .

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

وإذا ما رجعنا للنمطين السابقين من أنماط الحصرمة واللذين يعتمدان أساسا 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 التشرية للبذور ، وقد أتضح فى بقوليات مثل الترمس و فول الصويا و البسلة أن الثغور pores و المادة شبه

الشمعية waxy like فى طبقة الابدوم epidermic layer الموجودة بالقصرة تكون مسنولة عن معدل تشرب هذه البذور للماء .

ثانيا - الحصرمة الناتجة عن الفلقات Sclerema

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

ولا تقتصر ظاهرة حصرمة البقوليات على البذور المنقوعة و انما يتعدى ذلك الى البذور المطهية اذ يلاحظ القوام الرملى لبعض البقوليات بعد الطهى مصاحباً لظاهرة الحصرمة كما هو الحال فى العديد من البقوليات مثل الفول البلدى والفاصوليا والبسلة . أضف الى ذلك أن هناك بذوراً تتشرب الماء و تنتفخ الا انها عند الطهى بالطريقة المعتادة فانها تحتاج إلى زمن اطول و لاتصل إلى درجة الطراوة المعهودة لمثل هذا الصنف من 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 الطهى الى 5 أضعاف للبذور صعبة الطهى مقارنة بنظيرتها سهلة الطهى .

2.3.10 - حصرمة الطهى :

و سنحاول هنا لقاء الضوء على حصرمة البقوليات بعد طهيها و التى يمكن تقسيمها الى قسمين رئيسيين أولها تدرج تحته بنور حديثة الحصاد و تتحصرم عند طهيها أما ثانيها فيشتمل على البذور سهلة الطهى عند الحصاد لكنها بسبب التخزين السيء تتحصرم عند الطهى .

أولاً : حصرمة البذور حديثة الحصاد :

ترجع تلك الظاهرة فى البذور حديثة الحصاد إلى عدة عوامل من أهمها عوامل وراثية و بيئية و درجة النضج عند الحصاد و الحرارة المرتفعة غير العادية أو المنخفضة كثيراً أثناء نضج البذور و ميعاد الزراعة و قصر فترة النضج و مكان القرن على النبات و موضع البذرة داخل القرن وملوحة التربة والكاتيونات المتاحة فى التربة خاصة الكالسيوم والبيوتاسيوم . ومن المعروف أن هناك تبايناً كبيراً فى قوام البذور حديثة الحصاد لنفس النوع من البقوليات بعد عملية الطهى على النحو التالى :

قوة القص Shear force

كيلونيوتن/100 جم بذور مطهية

305-125

112 – 49

157 – 68

70 – 20

92-34

160 – 60

البقول

Pigeon pea البسلة الهندية

فاصوليا

البسلة

Navy bean فاصوليا

Pinto bean فاصوليا

القول البلدى

من الدراسات المكثفة التى أجراها الاستاذ الدكتور أحمد التابعى شحاتة من خلال مشروع بحثى ممول من المركز الدولى للتنمية و البحوث IDRC والذى أشتمل على 155 عينة من الفول البلدى حديثة الحصاد فى ثلاثة مواسم متتالية تبين ان الفول البلدى الناتج من مصر العليا و الوسطى كان أكثر طراوة مقارنة بالعينات التى تم جمعها من محافظات الدلتا بمصر . وقد اكدت هذه الدراسة أن عملية الحصرمة فى البقوليات عملية مركبة تتأثر بعدد من العوامل سواء بالنسبة للبذور نفسها أو ظروف زراعتها أو التربة التى زرعت بها . ويمكن تفسير ميكانيكية الحصرمة التى تعترى البذور حديثة الحصاد على أساس وجود علاقة بين محتوى البذور من مركبات معينة و قوام تلك البذور بعد الطهى ، فكلما زادت نسبة الكاتيونات أحادية التكافؤ إلى الكاتيونات ثنائية التكافؤ كلما زادت طراوة البذور ، ويعزى ذلك إلى حدوث إستبدال الكاتيونات الثنائية الموجودة بالمواد البكتينية غير الذائبة بواسطة 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 الكالسيوم 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 فى حالة محتوى البذور العالى من الفيتين ، وهذا يرجع إلى أن 40% فقط من الكالسيوم و الماغنسيوم يكون فى صورة فيتين غير ذائب فى الماء أى أن زيادة الفيتين فى البذور لن يكون فى صورة فيتات كالسيوم و ماغنسيوم و بالتالى لن يكون له علاقة بظاهرة الحصرمة . كذلك فقد وجد ان هناك علاقة تلازم فيما بين محتوى البكتين (P) و الكالسيوم (C) و الماغنسيوم (M) و الفيتين من ناحية و طراوة البذور بعد الطهى من الناحية اخرى و تعرف هذه العلاقة برقم مولر PCMP (Muller PCMP number) و من الأمور الجديرة بالملاحظة أن زيادة مدة النقع لا تؤدى بالضرورة إلى زيادة طراوة البذور بل ان العكس قد

يكون هو الصحيح بمعنى أن عملية النقع لمدة طويلة قد تتسبب في زيادة درجة صلابة البذور ومن ثم حصرمتها ويمكن تفسير ذلك بأن إنزيم الفيتاز يساعد على تحلل الفيتين بمعدل أكبر ، الامر الذى يؤدي 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 اوضحت دراسات زينة(1989) ان القصرة تكون مسنولة عن 48% فقط من قوام الفول البلدى بعد الطهى (للبنور 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، وقد اكدت الدراسات و التى استخدم فيها جهازا المسح الحرارى التفريقى DSC والأميلوجراف وجود إختلافات عالية المعنوية فيما بين بنور 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 إرتباطه بالدهن . و قد اكدت 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 الميكرومكوب الممسح الالكترونى SEM.

ثانيا - حصرمة البذور المخزنة :

تدهور 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 ، وأ كد ذلك ما أجرى على الفول البلىدى 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 فإنه يمكن اجراء معاملات مثل الحرارة و التحميص . والتشيع قبيل التخزين و كذا إستخدام المكامير (مخازن طبيعية تحت الارض) و التى سنتحدث عنها تفصيلا فيما بعد كذلك فإنه 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 و الماغنسيوم) أو النقع فى محاليل إنزيمية أو إجراء الطهى تحت ضغط ، فكل هذه المعاملات تؤدى إلى إختزال زمن الطهى و يعزى التأثير المحسن للنقع فى محاليل الأملاح أو مركبات الخلب الى زيادة ذائبية بروتينات البذرة و هذا بدوره يؤدي الى تحرر جزئى للكاثيونات الثنائية فى وسط النقع و يؤدي ايضا إلى تشجيع جلتة النشا و ذائبية الصفيحة الوسطى middle lamella و من ثم تفكك الخلايا و طرواة البذور . كذلك فهناك نظرية أخرى لتفسير التأثير الموجب لمخاليط الاملاح سألقة الذكر على قوام بذور البقوليات و مفاد هذه النظرية يتلخص فى أن مخلوط الاملاح يؤدي إلى زيادة ذائبية البروتين و يكسر الروابط الهيدروجينية بين البروتينات و التانينات مع ازالة الكالسيوم الذى يربط بين البروتين و حامض الفينك و الموجود 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 التشيع فهو راجع إلى زيادة ذائبية البروتين نتيجة لتحرر الكاثيونات الثنائية من معقدات البروتين و الكربوهيدرات أضف إلى ذلك تأثير التشيع على تحطيم النشا و البروتين إلى وحدات أقل فى الوزن الجزئى مما يزيد من طرواة البذور المعاملة بالاشعاع .

ولقد إقترح العديد من النظريات التى تفسر ظاهرة حصرمة البقوليات اثناء عملية التخزين ، فظروف التخزين قد تشجع حدوث تغيرات كيمياوية 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 انفصال خلايا الفلقات . و أولى هذه النظريات تلك التى ترجع ظاهرة الحصرمة إلى وجود تفاعل بين البكتين و الكاثيونات الثنائية

والفيتيك ؛ فقد ثبت أنه أثناء تخزين البسلة تزداد نسبة الحصرمة بها و فسر ذلك بأن إنزيم الفيتاز *phytase* يقوم بمساعدة عملية تحلل الفيتين (كما تبين من زيادة نسبة الفوسفور غير العضوى) ، و قد ارتبط ارتفاع نسبة الحصرمة فى الفاصوليا المخزنة بنسبة حمض الفيتيك إلى الكالسيوم وبانخفاض محتوى الفيتين و بنسبة الكاتيونات الأحادية إلى الثنائية كما يرتبط بذائبية البكتين ، بمعنى آخر فإنه يمكن القول بأن الكاتيونات الثنائية (كالسيوم - ماغنسيوم) تتبادل مع الكاتيونات الاحادية (صوديوم - بوتاسيوم) و تلك فيما بين حمض الفيتيك و المواد البكتينية وهو الأمر الذى يودى إلى حصرمة البذور فيما لو تكونت بكتات كالسيوم غير ذائبة يزداد تركيزها فى الصفيحة الوسطى . وننوه إلى أن هناك دراسات توضح عدم ارتباط كمية المواد البكتينية أو نوعيتها تبعا للذائبية بظاهرة الحصرمة إذ 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 جلثنة 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 وجود ثمة علاقة تلازم بين كمية كل من للجلسريدات و الدهون الكلية و الفوسفاتيدات فى فلقات البذور و قوامها بعد الطهى .

وهناك دراسات تشير إلى دور المواد الفينولية خاصة التانينات (و التى تتركز فى قصرة بذور البقوليات) فى حصرمة البقوليات و ذلك عن طريق الإرتباط مع كل من البروتين و النشا فى معقدات مما يعكس 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 السيروتين و النشا من خلال روابط هيدروجينية أو تعاونية و بمساعدة إنزيم البولى فينول أو أكسيداز *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 الفيريلوليك ferulic acid) من المركبات الفينولية و التي ترتبط بدورها مع البروتينات فنقل من ميل البروتين للارتباط بالماء hydrophilicity والذى يعكس سلبا على قدرة البذور على التشرب بالماء مما يعطى بذورا ذات قوام صلب بعد الطهى .

وهناك دراسات توضح ان عملية تكوين اللجنين lignification والتي 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 الارتباط مع التخزين ، و من ثم زيادة الحصرمة . كذلك فقد يرتبط اللجنين مع البروتين لتكوين البروتين الملجن 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 والتي 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 المسؤولة عن الحصرمة فإنه فى المراحل التالية من التخزين تكون عملية اللجننة هى المسؤولة بدرجة كبيرة عن تلك الظاهرة . ويرى بعض الباحثين أنه من الأوفق تبني 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-ميثيل استيراز pectin methyl esterase والبيروكسيداز peroxidase والبروتياز protease .

وخلص القول أن ارتفاع محتوى البذور من الرطوبة وظروف التخزين السيئة تزيد من الأنشطة الميتابوليزمية للبذور المخزنة ويترتب على ذلك تحلل كل من الفيتين والبروتينات والنشا إنزيميا وتحرر كل من الكاتيونات الثمانية من للفيتين والأحماض الأمينية العطرية من البروتينات وتتسبب تفاعلات وارتباطات الفيتين والمواد الفينولية ومشتقاتها والكاتيونات الثمانية مع المواد

البكتينية في صعوبة إيفصال الخلايا ومن ثم ظهور حصرمة البقوليات المخزنة بينما يلعب كل من البروتين والنشا والليبيدات و اللجنين الدور الثاني كما سبق ذكره في عملية الحصرمة (شكل 10-6) ولايفوتنا في 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 .

10-4 . 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 :

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

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

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

نوع المثبط البروتيووليتى

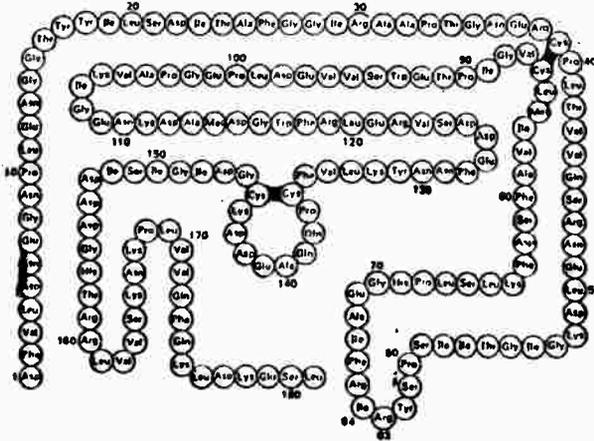
مثبط تربسين - مثبط كيموتربسين
مثبط تربسين - مثبط كيموتربسين
مثبط بلازمين - مثبط كالكيرين
مثبط التربسين
مثبط تربسين - مثبط كيموتربسين
مثبط الاستيز - مثبط الستليسين
مثبط تربسين - مثبط كيموتربسين
مثبط البروتيز - مثبط البابين -
مثبط الثرومبين

البقول

الحمص - فول الصويا - فاصوليا - اللوبيا
الفول السودانى
العدس - البسلة - الترمس
الفاصوليا الكلوية
الفول البلدى

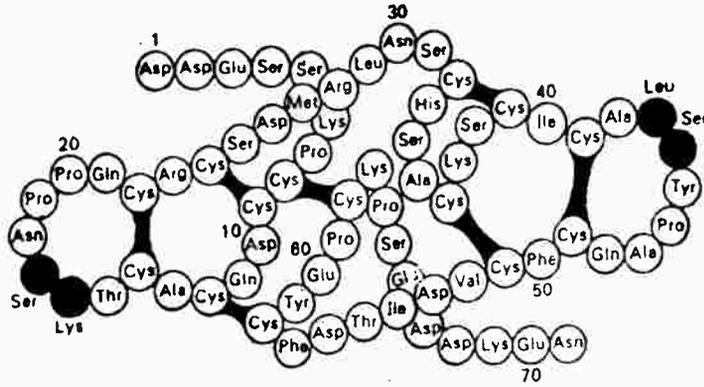
ويعتبر مثبط إنزيم التربسين (TI) trypsin inhibitor من أقدم وأشهر المثبطات البروتينية الموجودة في البقوليات إذ تم اكتشافه في عام 1944 ، وأمكن عزله وتثقيته في صورة بلورية في عام 1945 ، ويليه في الأهمية مثبط إنزيم الكيموتربسين . وقد أمكن عزل تلك المثبطات البروتينية ودراستها ونسبت نماذج تتابع الأحماض الأمينية التي تم اكتشافها إلى العلماء الذين قاموا بعزلها ودراستها . ويعد نموذجا كوينتزر Kunitz وباومان - بيرك Bowman-Birk من أشهر تلك النماذج ويتصف جزئ بروتين النموذج الأول بارتفاع وزنه الجزيئي (20-25 ألف دالتون) وافتقاره لرابطة ثنائي الكبريت (2 رابطة فقط/جزئ) وبخصمه لتثبيط إنزيم التربسين فقط، وهو عبارة عن سلسلة واحدة من عديد الببتيد طولها 181 حمض أميني ومركزه الفعال يكمن فيما بين الحمضين الامينيين 63 (Arg) ، 64 (Ile) في السلسلة.

أما الجزء الثاني فهو منخفض الوزن الجزيئي (6-10 ألف دالتون) إلا أنه مرتفع في 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 فعالين أولهما في الموقع بين الحمضين الامينيين رقمي 16 (Lys) ، 17 (Ser) وهو متخصص لتثبيط إنزيم التربسين فقط وثانيهما يقع بين الحمضين الامينيين رقمي 44 (Leu) ، 45 (Ser) وهو متخصص فقط لتثبيط إنزيم الكيموتربسين . ويوضح الشكلان رقما 6-10 ، 7-10 تركيب كل من مثبط كوينتزر ، مثبط باومان - بيرك .



شكل 6-10 : تتابع الأحماض الأمينية في مثبط كوينتزر للتربسين المعزول من فول الصويا .

Source : I iener (1983).



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

Source : Liener (1983).

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

2.9- 2.0- 1.4- 0.9- 1.2 سم وذلك عند قيم أس هيدروجيني 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 كاتيوني ومن الصعب جدا تثبيطه بواسطة مثبط إنزيم التربسين ، والنوع الثانى يشكل من 20 إلى 30% من العصارة البنكرياسية وهو أنيوني ، 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 المثوية 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 والتي سيتم شرحها تفصيلا فيما بعد .

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

البقول	الدقيق	المكون على البروتين	المكون على 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
اللوبياء	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: Elkowicz and Sosulski (1982) .

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

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

ولتقليل نشاط الـ TI فإنه من الأوفى إستخدام أكثر من تقنية فى آن واحد فعلى سبيل المثال اشتملت بعض الدراسات على إزالة القصرة والجرح والطحن والتخميص

والنقع والمعاملة الحرارية (القلي) وذلك في صناعة الفلافل ، وتبين أن نقع مطحون الفول المحمص أعطى أقل نشاط لمثبط إنزيم التربسين بعد عملية قلى أفراس 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 . ويخترن حمض الفيتيك بمعدل سريع أثناء نضج البذور وذلك بطبقات الأليرون aleurone . ويعد حمض الفيتيك بمثابة المصدر الرئيسى للفوسفور والايونوسيتول 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 إتاحتها 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 (أساساً كالسيوم أو ماغنسيوم) .

وتجدر الإشارة إلى أن بروتينات نفس الصنف من البقوليات تتباين من حيث قدرتها على الارتباط بحمض الفيتيك ، فقد أوضحت الدراسات التى أجريت على بروتينات فول الصويا أن البروتين الذى له معامل ترسيب IIS يكون خالياً 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 أساساً على الأس الهيدروجينى pH و/أو الكاتيونات الثنائية فى الوسط الحامضى يتحمل جزئى البروتين بصفى 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 فتجد ان كلا من البروتين وحمض الفيتيك

يتحتملان 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 البروتيو ليتية . كما وان إنزيمات التحلل المائى ولكونها بروتينات تعد هى الأخرى متاحة لارتباط حمض الفيتيك بها وينطبق هذا على تثبيط الإنزيمات البروتيو ليتية خاصة البييسين والترسين وكذا إنزيمات الالفا أميلاز .

وحيث ان فيتامينات الكالسيوم وفيتات الماغنسيوم لهما القدرة على خلب الزنك والحديد والنحاس فإن إتاحة هذه المعادن لاستفادة الإنسان بها سوف تقل لوجودها فى صورة غير ذائبة 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
اللوبياء	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 تؤدي إلى زيادة محتوى الفلقات نسبيا من حمض الفيتيك مقارنة بالبذور الكاملة . ولأن القدر

الأكبر من محتوى حمض الفيتيك في بذور البقوليات يكون في صورة قابلة للذوبان في 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 الطهي وحدها لا تقلل من محتوى البذور من حمض الفيتيك إلا بقدر ضئيل وكمنتجة للإرتشاح وليس بالتحطيم .

10-4-3 التانينات Tannins

تطلق لفظة تانينات tannins مجازا على جميع المركبات الفينولية التي لها وزن جزيئي أكبر من 500 دالتون وتتحلل مائيا بمساعدة الإنزيمات لتعطى سكر وحمض كربوكسيلي فينولي phenol carboxylic acid .

وتتركز التانينات بالبقوليات في البريكارب والقصرة ويختلف محتواها في البقوليات إختلافا كبيرا تبعا للصنف ، وعامة فإن الأصناف البيضاء تكاد تخلو من التانينات (أمكن عن طريق التحسين الوراثي إستنباط أصناف خالية من التانينات) . وتتركز التانينات أساسا في القصرة فعلى سبيل المثال نجد أن الفاصوليا الملونة تحتوي على كمية تتراوح من 33.7-282.8 كاتيكين مكافئ/100 جم بالنسبة للبذور الكاملة في حين أن البذور المناظرة منزوعة القصرة تحتوي على 10-28.7 كاتيكين مكافئ/100 جم أي أن عملية نزع القصرة تؤدي 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 تحتوي بذور الفاصوليا الحمراء الفاتحة (light red) على نسبة عالية من التانينات مقارنة ببذور الفاصوليا الحمراء الغامقة (dark red) أضف إلى ذلك فإنه يوجد تفاوت كبير في محتوى الأنواع المختلفة من البقوليات من التانينات ، ففي العدس يتراوح المحتوى من 0.183 إلى 0.878% أما في الفول البلدي فيتراوح محتوى التانينات من 0.44 إلى 1.5% ، في حين يحتوي 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 ، وفي هذا الصدد فإن ميل التانينات للإرتباط بالبروتين يكون أكبر من الإرتباط بالكربوهيدرات ذلك لأن الميل لتكوين روابط هيدروجينية يكون أقوى ناحية الأوكسجين الكربونيلي الموجود في الرابطة الببتيدية . ويتوقف تكوين معقدات بين

التانينات والبروتينات على تركيز كل منهما وكذا الأس الهيدروجيني pH . ولأن مثل هذا الارتباط بين البروتين والتانينات يعتبر ارتباطاً غير متخصص فإنه من الممكن تكوين معقدات بين البروتينات الإنزيمية والتانينات ، وهو الأمر الذى يؤدي إلى تثبيط إنزيم التربسين والالفا أميلاز . ويمكن القول بأن التانين يعتبر من مثبطات التربسين المقاوم حرارياً . وقد أوضحت دراسات نظم النماذج model system التى أجريت على ارتباط التانينات بالنشا إمكانية حدوث هذا الارتباط 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 سلباً على هضمية كل من البروتين والنشا فى الوجبة الغذائية ومن ثم عدم الإستفادة الكاملة منهما . ونظراً لتركز 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 مثلاً تقلل محتوى التانينات بالبنور بنسبة تتفاوت بين 68-95% فى حين تؤدي عملية النقع إلى خفض محتوى التانينات فى بذور البقوليات بنحو من 23-95% وذلك تبعاً لنوع البقوليات وظروف النقع اما عملية الطهى فتؤدي إلى تقليل محتوى التانينات جوهرياً فى حالة الفول البلدى حدث إنخفاض تراوح بين 40-49% للبنور صعبة الطهى وذلك تبعاً لدرجة حرارة وزمن الطهى ، غير أن حوالى من 90-97% من محتوى التانينات ظل موجوداً فى مخلوط الفول المطهى مع سائل الطهى ويعزى ذلك إلى الثبات الحرارى للتانينات . وفى دراسة أجريت على بذور الفاصوليا حيث تم طهى البنور الكاملة ، البنور منزوعة القصرة ، القصرة كل بمفرده أوضحت النتائج أن محتوى تلك المكونات من التانينات كان على النحو التالى 1.58 ، 0.62 للبنور الكاملة ، 1.08 ، 0.42 للبنور منزوعة القصرة ، 2.88 ، 2.7 مللجم / جم للقصرة وذلك قبل وبعد الطهى على الترتيب لمدة 60 دقيقة عند 100°م بمعنى آخر فإن محتوى التانينات فى البنور الكاملة والبنور 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 اساساً بعمليات الطهى .

10-4-4 عوامل الإنتفاخ

Flatulence factors or flatus producing factors

تعتبر عوامل الإنتفاخ من أهم الأسباب التي تؤدي بالإنسان - خاصة في الدول المتقدمة - إلى الإحجام عن تناول البقوليات إذ يؤدي إستهلاك الأخيرة إلى إنتاج كمية محسوسة من الغازات في الأمعاء وهذه العوامل المسببة للإنتفاخ هي عبارة عن سكريات محدودة يعتبر الـ raffinose family ، وهي تضم بالإضافة إلى الـ stachyose (بصورة أساسية) والـ verbascose وتتكون هذه السكريات عن طريق إضافة وحدات من D- α , galacto-pyranosyl إلى السكروز عن طريق رابطة جالاكتوسيدية الفا I-6 .

ونظرا لغياب النظم الإنزيمية التي تحفز تحلل عائلة الـ raffinose في أمعاء الإنسان فإن البكتيريا اللاهوائية تعمل على هذه السكريات وتخمرها منتجة غازات الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون والميثان بالأمعاء .

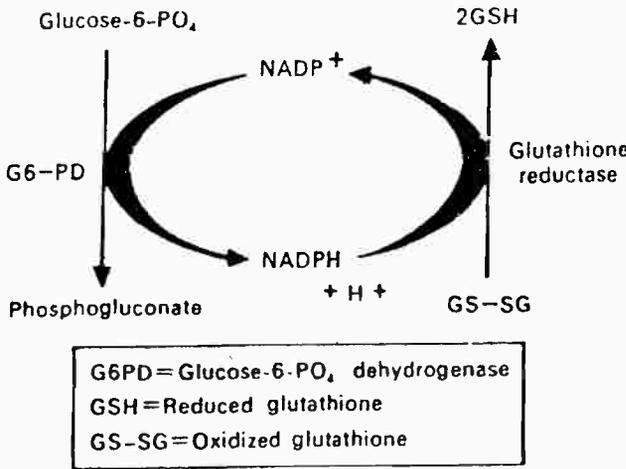
وتختلف البقوليات في محتواها من الـ raffinose والـ stachyose كما يتضح فيما يلي:

البقول	الـ raffinose (%)	الـ stachyose (%)
فول الصويا (بذور صغيرة)	0.89-0.99	4.33-4.87
فول الصويا (بذور كبيرة)	0.52-0.66	2.71-3.18
فول المانج	0.45	2.19
الحمص	0.36-0.66	1.06-1.85

وتعتبر عملية النقع المتبوعة بالطهي من التقنيات المفيدة لتقليل محتوى بذور البقوليات من سكريات عائلة الـ raffinose إذ تؤدي عملية النقع أو الطهي إلى خفض محتوى الـ raffinose والـ stachyose بنحو 20% بينما يؤدي النقع المتبوع بالطهي إلى خفض محتواهما بحوالي 50% أما إذا أريد التخلص نهائيا من تلك السكريات فإنه يمكن تحقيق ذلك عن طريق الإنبات إذ أوضحت الدراسات التي أجريت على فول الصويا وفول المانج إختفاء الـ raffinose والـ verbascose تماما بعد أربعة أيام من الإنبات .

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

يحدث مرض الفافيزم نتيجة لتناول الفول البلدى خاصة فى دول الشرق الأوسط وتأتى 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 الباقي 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 مسئولاً خلال تحول $NADP^+$ إلى $NADPH + H^+$ (خلال مسار فوسفات البنتوز (pentose phosphate chant) الذى يعتبر مسئولاً عن تحفيز عملية إختزال الجلوتاثيون المؤكسد ليعطى الجلوتاثيون المختزل والأخير يعتبر بمثابة المكون الأساسى للغشاء الخلوى المكون لكرات الدم الحمراء (شكل 8-10)



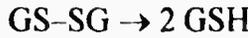
شكل 8-10 التفاعلات الميتابوليزمية التى تتحكم فى مستوى الجلوتاثيون المختزل GSH فى الدم .

Source: Liener (1983).

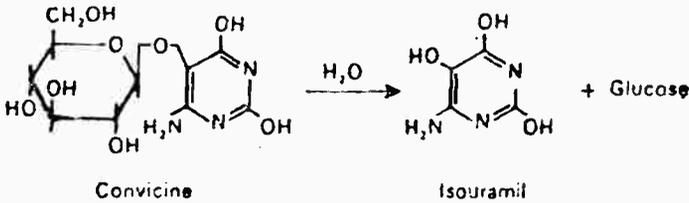
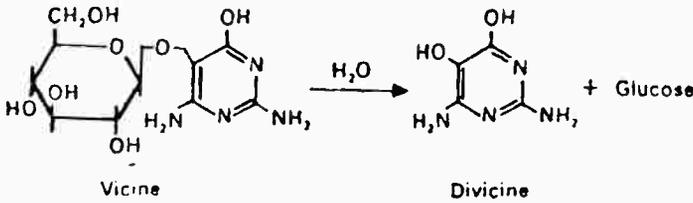
فعند تناول الشخص الذى يعانى من النقص الوراثى فى إنزيم الجلوكوز-6-فوسفات دى هيدروجينيز للفول البلدى فإن الأخير يحتوى على الفيسين والكوفيسين vicine and convicine (يتحولان داخل الجسم إلى أيزورياميل isouramil وشائى فيسين divicine نتيجة لعملية تحلل مائى بواسطة إنزيمات بيتا جليكوسيداز فى الأمعاء الدقيقة) ؛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



ونظراً لعدم وجود إنزيم الجلوكوز-6-فوسفات دي هيدروجينيز في 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 والذي يعتبر بمثابة المكون الأساسي للغشاء الخلوي لكرات الدم الحمراء :



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



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

Source : Liener (1983).



Divicine (ox.)

Divicine (red.)



Isouramil (ox.)

Isouramil (red.)

GSH = Reduced glutathione

GS-SG = Oxidized glutathione

شكل 10-10 : التفاعلات التي توضح دور الداى-فيسين والأيزورياميل 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) .

المصدر	الكونفيسين	الفيسين	المكون
			دقيق فول بلدى
أ	0.23	0.35	Major
أ	0.23	0.75	Minor
أ	0.51	1.66	مركز بروتين الفول
أ	0.02	0.04	معزول بروتين الفول
ب	0.45	1.03	مكون عالى البروتين
ب	0.15	0.24	مكون عالى النشا

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 جلوكون-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 .

Haemagglutinin

10-4-6: ملبدات الهيم

توجد فى البقوليات مركبات تعرف باللاكتينات lectins والتي يكون فى مقدورها الارتباط بأنواع معينة من السكاكر على سطح الخلايا (سكاكر عديدة ، جليكوبروتينات) مما يؤدي إلى تجلط كرات الدم الحمراء، واللاكتينات عبارة عن جزيئات عضوية تتراوح أوزانها الجزيئية من 100-150 ألف 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 للارتباط بالسكّر، 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 يؤدي 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 القسّى بالبروتين والمكون القسّى 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 نافي	46.12	103.99	1.94
فاصوليا الشمال	16.76	28.73	0.94
الحمص	7.89	9.84	1.46
اللوبيبا	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 ارتفاع النشاط الملبد للهيم في الشق الغنى بالبروتينات كما يتضح التباين الكبير في محتوى البقوليات من اللاكتينات . ومن أخطر أنواع اللاكتينات المعروفة هو الريسين ricin والذي يوجد في فول الكاستر *caster bean* حيث يتميز هذا المركب بسميته العالية حتى في 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 الألفا أميلاز . 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 الالفأميلاز تسبب إنخفاضاً عالى المعنوية فى هضمية النشا بالوجبة الغذائية وقد تبين أن النشاط التثييطى 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% إلى 89% مقارنة بنشاطه فى البذور الكاملة . وتعتبر عملية الطهى بمثابة التقنية المفيدة فى التخلص من نشاط مثبطات إنزيمات الالفأميلاز 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 الالفأميلاز 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 بالإضافة إلى 3.2 % كربوهيدرات .

ويعتبر حمض الفيتيك مثبطاً لا تنافسياً لإنزيم الالفأميلاز الذى يحتاج إلى عنصر الكالسيوم لتثبيت التركيب الفراغى الخاص به ، لذا فإن خلط الكالسيوم عن طريق حمض الفيتيك يحول دون عملية التثبيت هذه مما يؤدى إلى تثبيط إنزيم الالفأميلاز بعيداً عن المركز الفعال .

10-4-8: الجليكوسيدات السيانوجينية Cyanogenic glycosides

أكتشفت هذه الجليكوسيدات في فاصوليا الليما إبان الحرب العالمية الأولى وأطلق عليها فاصوليوناتين Phaseolunatin، ويحدث لهذه الجليكوسيدات تحلل سريع عند إجراء عملية الطهي في الماء فتعطي للهيدروسيانيد HCN السام الذي سرعان ما يتبخر بالحرارة، كما وأن الحرارة تحطم الإنزيم الذي يحفز تكوين HCN ، بمعنى أن للحرارة تأثيرين أولهما تحليل سريع للـ HCN . و يتخير 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 في باقى البقوليات لا تتعدى 2.5 ملجم /100جم فنجدها فى البسلة 2.3 ملجم/100جم وأصناف الفاصوليا الأخرى بخلاف الليما 2 ملجم/100جم وفى الحمص 0.8 ملجم/100جم. 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 بالإضافة إلى أنها تسبب تطايره إلا 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 يضاف الى الوجبة فيتامين D₃، 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, D₃ فى فول الصويا. من ناحية أخرى فقد أشارت الدراسات إلى ضرورة إضافة فيتامين B₁₂ إلى علائق الحيوانات التى تحتوى على فول الصويا مما يشير الى احتمال إحتواء فول الصويا على عوامل مضادة لفيتامين B₁₂.

Saponin

10-4-10: السابونين

هي عبارة عن جليكوسيدات أكتشف منها ستة أنواع في فول الصويا حيث تتواجد به بتركيز يقترب من 2% وجميع هذه الأنواع لها تركيب رئيسي واحد وهو 2,3-ثنائي هيدرو-5,2-ثنائي هيدروكسي-6-ميثيل-4-هيدروبيران-4-أون :

2,3-Dihydro-2,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyrane-4-one (DDMP). وتختلف هذه الأنواع تبعاً لتركيب DDMP، ومن أشهر أنواع السابونين (وجميعها تحمل مقطع صويا لأنه تم عزلها أولاً من فول الصويا) سابونين الصويا (I) (1) soya saponin ، سابوجينال الصويا soya sapogenal سابونين الصويا (5) (V) soya saponin .

والسابونين يتمركز في فلقات فول الصويا كما وأنه يتواجد في طبقة الإيبيكوتيل للبذور البقولية الأخرى التي تحتويه. والسابونين يقلل من معدل النمو الطبيعي حيث أن ارتفاع 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 تحللي للدم hemolytic activity، وقد أشارت الدراسات التي 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 في بعض البقوليات .

جدول 10-15 : تركيز السابونين في 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 بلدي	0.04	0.00	0.02

Source : Ayet et al. (1996).

وتؤدي عملية التقسيم الهوائي إلى تركيز السابونين بالمكون عالي البروتين حيث يلاحظ ذلك في ارتفاع قيمة النشاط التحللي (HA) hemolytic activity في تلك المكون مقارنة بالبذور الكاملة والمكون عالي النشا .

ويوضح الجدول رقم 10-16 النشاط التحللي للسابونين فى بعض البقوليات ومكوناتها عالية البروتين وعالية النشا .

جدول 10-16 : نشاط السابونين التحللي للدم فى بعض البقوليات ومكوناتها عالية البروتين وعالية النشا (وحدة نشاط) .

البقول	دقيق 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
اللوبيبا	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 لتقليل محتوى البذور من السابونين حيث يصل الإنخفاض الى 71% ، بينما تؤدي عملية طهى البذور المنبتة إلى رفع نسبة الإنخفاض الى 77% .

وتجدر الإشارة إلى أن النقع فقط يقلل محتوى البذور من السابونين بنسبة قد تصل إلى 13% فى حين أن المعاملة الحرارية بمفردها دون نقع إلى خفض لنشاط التحللي للدم للسابونين ، ويلاحظ أن استخدام الحرارة تحت ضغط يعد أفضل من استخدام الطهى العادى حيث إزداد معدل الإنخفاض فى النشاط التحللي (HA) فى الحالة الأولى (44%) عنه فى الثانية (25%).

Goitrogens

10-4-11 : الجوتيروجينات

هى عبارة عن ببتيدات محدودة صغيرة الوزن الجزيئي تتكون فى العادة من حامضين إلى ثلاثة أحماض أمينية أو جليكوببتيد يتكون من واحد أو اثنين من الأحماض الأمينية بالإضافة إلى السكر .

وبالرغم من أن وجود هذه المركبات فى الغذاء ليس شائعا فى البقوليات إذ توجد فى الكرنب والقنبيط و بذور الفلت 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 يأتي عن طريق اليود المتاح بالغدة الدرقية . وقد ظهر هذا في الأطفال الذين يتناولون لبن الصويا. كما وجد أن هذه المركبات مقاومة بدرجة كبيرة للحرارة حيث لم تؤد معاملة التعقيم إلى تحطيمها .

Lathyrogenes

10-4-12 : اللاذاروجينات

جاءت تسمية اللاذاروجينات من البسلة صنف *(Lathyrus sativus, kesari del, vech)*. حيث توجد المركبات المسئولة عن حدوث المرض والذي أطلق عليه أيضا Lathyrism وهو مرض يصيب البالغين (15-45 سنة) ويسبب شللاً عصبياً وترنحاً في السير وربما الوفاة . وقد تم عزل هذه المركبات ومنها :

β (N- γ -glutamyl)amino propionitrile, di-amino propionic acid, diamino-butyric acid وقد ظهر نوع آخر في صنف *sweet pea* سبب تشوه الهيكل العظمي لفتران التجارب .

10-5 : مركبات و معزولات البروتينات من البقوليات

Protein concentrates and isolates from legumes

نظراً لارتفاع نسبة البروتين في بذور البقوليات فإنها تستخدم كمصدر جيد لتحضير مركبات البروتين *protein concentrates* و تلك يمكن تحضيرها أساساً بطريقة التقسيم الهوائي *air classification* أو تحضير معزولات البروتينات *protein isolates* والتي يمكن تحضيرها وتنقيتها بعدد من الطرق منها الترسيب بالأملاح ، الترسيب عن طريق خفض القوة الأيونية ، الترسيب بالحرارة ، الترسيب عند نقطة التعادل الكهربى ، إستخلاص البروتينات في وجود الإنزيمات المحللة للبروتين ، الترشيح فوق العالى ، الترشيح الجبلى وسنحاول هنا إعطاء فكرة موجزة عن كل من الطرق سالفه الذكر :

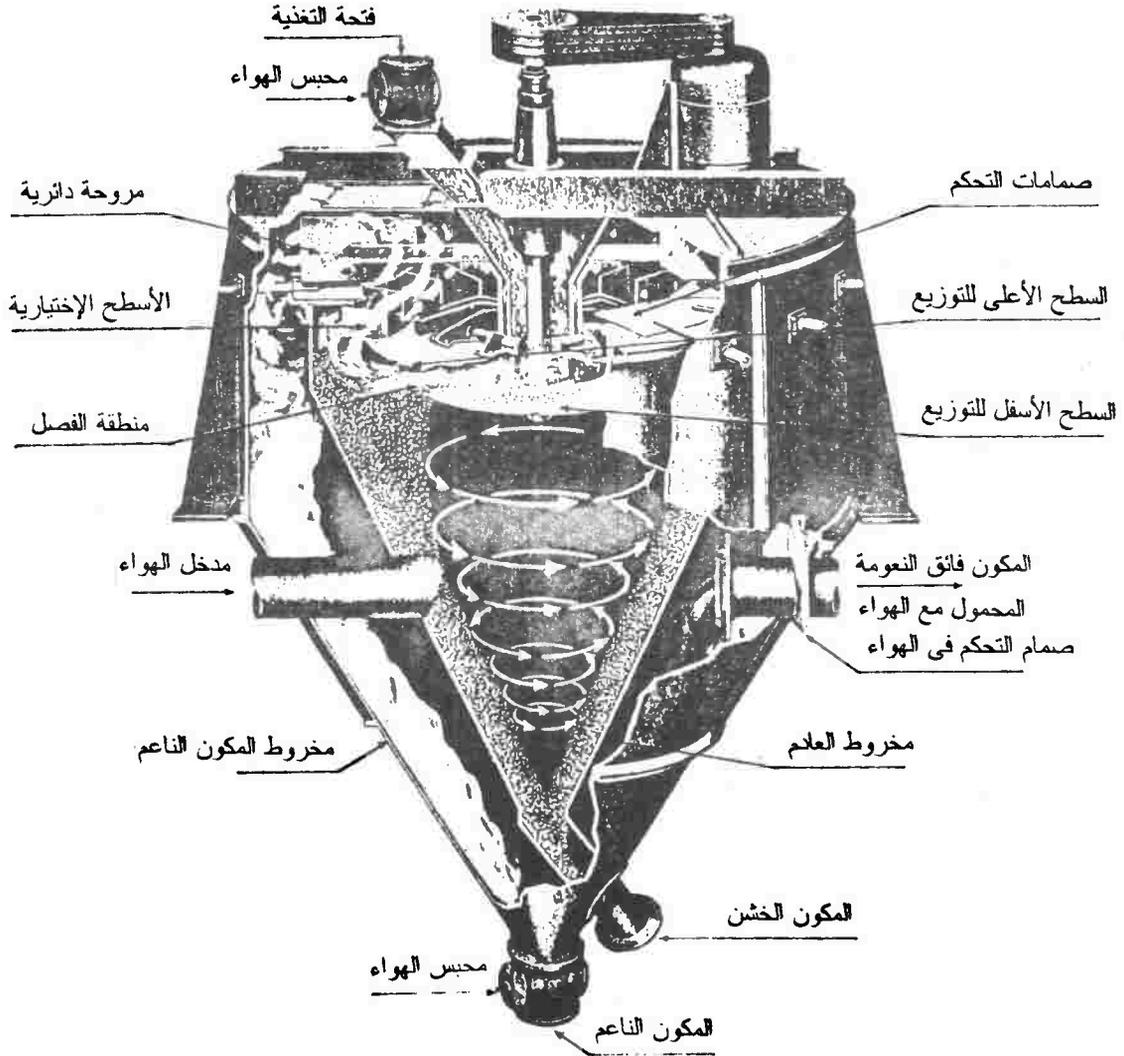
10-5-1 طريقة التقسيم الهوائى لتحضير مركزات البروتين

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



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

ويعرف مقياس القطع **cuts size** بأنه مقياس الجسيمات التي لها فرص متساوية للفصل مع كل من الجسيمات الناعمة والخشنة . ونظريا فإن كل الجسيمات التي لها مقياس أكبر من مقياس القطع تكون خشنة في حين أن كل الجسيمات ذات المقياس الأصغر لمقياس القطع تكون ناعمة، بيد أنه من الناحية العملية فإن ثمة تداخلا محسوسا يحدث بين المكونات (القطفات) **fractions** الناعمة والخشنة .

ويمكن باستخدام المقسم الهوائي فصل مكونات دقيق الحبوب والبقوليات وكذا البذور الزيتية (فول الصويا) إلى مكونين أساسيين: الأول غني بالنشا والثاني غني بالبروتين. وتفصل الجسيمات الأصغر مع المكون البروتيني . فبالنسبة لدقيق البقوليات فإن الجسيمات ذات الأقطار الأصغر من 10-15 ملليمكرون تكون عبارة عن أجسام بروتينية **protein bodies** أو تجمعات **aggregates** منها، ولذا فإنها تفصل مع المكون البروتيني في حين تتواجد الجسيمات ذات الأقطار الأكبر في المكون النشوي. و يوضح الشكل 10-12 خطوات فصل مكونات دقيق البقوليات بطريقة التقسيم الهوائي :

البذور الكاملة ← إزالة القصرة ← ضبط المحتوى الرطوبي

dehulling 0.41 ± 9 %



الطحن بواسطة الطاحونة

ذات المسامير **pin mill**

معدل التغذية 2.5 كجم /ق ،

عدد اللفات في الدقيقة RPM

11500 ، 6000

التقسيم الهوائي

→ P_I

↓ S_I

↓ S_{II}

↓ P_{II}

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

S_{II} ، S_I مكونات غنية بالنشا

P_{II} ، P_I مكونات غنية بالبروتين

وقد أوضحت دراسات تيلر وآخرون (Tyler et al (1984) أن زيادة مقياس القطع cut size

قد أدت بصفة عامة إلى ما يأتي :

- أ - زيادة الناتج من المكون الناعم (البروتين) .
- ب- زيادة محتوى النشا في كل من المكونين الناعم والخشن .
- ج- نقص محتوى البروتين في 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 والتي سبق لنا الحديث عنها .

وتبين أن مراكز البروتين التي تم تحضيرها من الفول البلدى والبسلة بطريقة التقسيم الهوائى قد أدت إلى تقليل فقد الطبخ Cooking loss إلى قيم يمكن أهملها بالنسبة لباتية اللحم المقلى الذى تم أستبدال 30% من اللحم فيه بمركبات بروتينية من البقوليات . وتحتوى نواتج التقسيم الهوائى على نحو 20 إلى 25% من النشا و الذى قد يكون مسئولاً 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 بروتوليتى (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 .

Protein isolates

10-5-2 تحضير معزولات البروتين

انتشر في الحقبة الأخيرة استخدام منتجات فول الصويا فى النظم الغذائية لما لبروتيناتها من خواص وظيفية جيدة ، أضف إلى ذلك التكلفة الإنتاجية المنخفضة لمثل هذه البروتينات . وتجدر الإشارة الى أنه بجانب الأهتمام بالقيمة التغذوية لمنتجات الصويا كجزء من الانظمة الغذائية فإنه يتحتم الإهتمام بالصفات الوظيفية ذلك لأن الأمر يتطلب إجراء تحويلات رئيسية فى تصنيع المنتجات الغذائية التى يدخل فيها فول الصويا . وقد تم بالفعل تطوير بعض منتجات فول الصويا امحتوية على مركبات ومعزولات البروتين والتى لها خواص تضاهى بعض منتجات اللحوم وهو الأمر الذى شجع على إنتشار استخدام 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 ما قبل 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 فرانكفورتر frankfurter والبيف بيرجر beef burger ومنتجات اللحوم المعلبة حيث تعمل بروتينات الصويا فى منتجات اللحوم كمواد ربط meat extenders تزيد من تماسك القوام وتمنع انفصال الدهن . وتستخدم بروتينات الصويا فى صناعة الأغذية الجديدة باستخدام تقنية التشكيل بالبتق extrusion على نطاق كبير وسنحاول هنا لقاء الضوء على أهم الطرق المستخدمة فى تحضير معزولات البروتين من البقوليات بوجه عام .

Salt precipitation

أولا : الترسيب بالأملاح

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 (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

$$\bullet I = \frac{C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + C_3 Z_3^2 \dots etc.}{2}$$

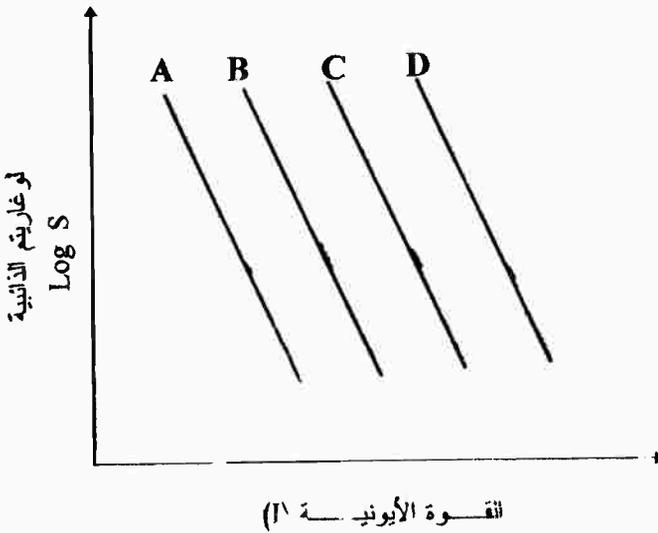
حيث C : تركيز الأيون مول/لتر
Z : تكافؤ الأيون.

بين البروتين ومحلل الملح على جزيئات الماء المتاحة لعملية الإذابة حيث يتحول الإرتباط من (بروتين - ملح) إلى (بروتين - بروتين) مما يؤدي إلى تجمع جزيئات البروتين ومن ثم ترسيبها . وقد وضعت معادلة رياضية تربط بين الذائبيية S والقوة الأيونية I خلال عملية التملح الخارجى، والمعادلة هي:

$$\text{Log } S = \beta - K_s I$$

حيث: β = لوغاريتم ذائبيية إفتراضية عندما تكون قيمة I صفرا
 K_s = معامل التملح الخارجى .

ومن ثم فإن التغير الطفيف فى قيمة I يؤدي إلى تغير كبير فى قيمة K_s ، والقيمة الأخيرة ثابتة لمعظم البروتينات ولنفس محلل 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 فإنه 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.



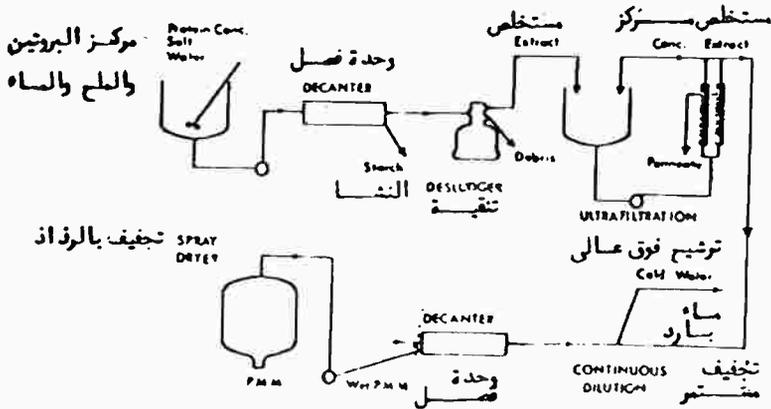
شكل 10-13 : تأثير القوة الأيونية على ذائبيية مكونات خليط من البروتينات (مكون من بروتينات (A,B,C,D))

Source : Plummer (1978)

ثانيا : الترسيب عن طريق خفض القوة الايونية

Precipitation by ionic-strength reduction.

سجل إيوارد موري E. D. Murray من جامعة مانيتوبا بكندا في 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 في صورة غير مدنترة native . وتتلخص طريقة موري في إستخلاص البروتينات من مركزاته التي يمكن الحصول عليها عن طريق التقسيم الهوائي 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 عالي ultrafiltration والتي بعدها يؤخذ الراشح الساخن ويضاف توا إلى ماء صنيور بارد عند 4 م° فيحدث ترسيب فوري للبروتين بفعل خفض القوة الايونية. ويمكن القول بأن الطريقة في خطواتها الأولى (الإستخلاص) هي عبارة عن تمليح داخلي salting in أما في الخطوة الثانية (لترسيب البروتين) فهي عبارة عن تمليح خارجي salting out ، بمعنى أن الطريقة تعتمد في خطواتها على الميكانيزم المعروف بإسم hydrophobic out mechanizm في ترسيب البروتين. وقد أطلق موري على معزول البروتين المحضر بهذه الطريقة اسم Protein Micellar Mass (PMM) وقد أمكن تحضيره على نطاق صناعي بشركة جنرال فودز General Foods الأمريكية. ويوضح الشكل 10-14 طريقة تحضير الـ PMM على نطاق صناعي .

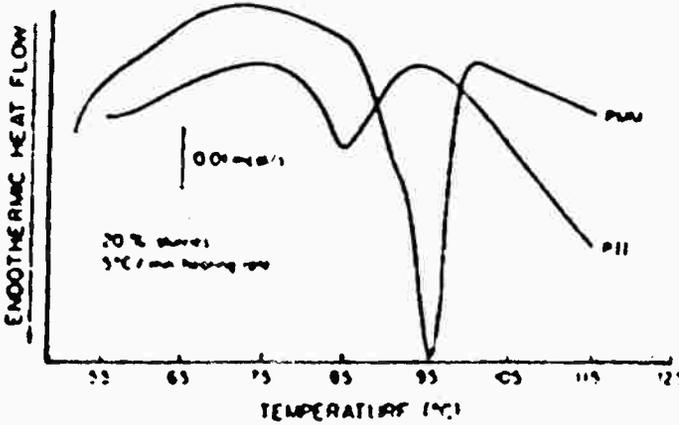


شكل 10-14 خطوات تصنيع الـ Protein Micellar Mass (PMM)

Source : Murray et al. (1981).

ومن الدراسات التي أستخدم فيها المسعر التفرقي Differential Scanning Calorimeter (DSC) والذي يمكن بواسطته تقدير حرارة التفاعل أي الأنتالبي enthalpy والتي يعبر عنها بالـ ΔH - وهي تعادل حرارة الدنترة ΔHd - وكذا درجة حرارة تفاعل الدنترة ، قد تبين من هذه الدراسات ان قيمة ΔHd لمعزول بروتيني 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°M للمعزول PII و 97°M 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 ظروفًا معتدلة إذ يستخدم فيها محلول من ملح الطعام وماء الصنبور ولا تزيد فيها المعاملة الحرارية عن 37°M 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).

Precipitation by heat

ثالثا : الترسيب بالحرارة

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

رابعا: الترسيب عند نقطة التعادل الكهربى

Precipitation at the isoelectric point (PI):

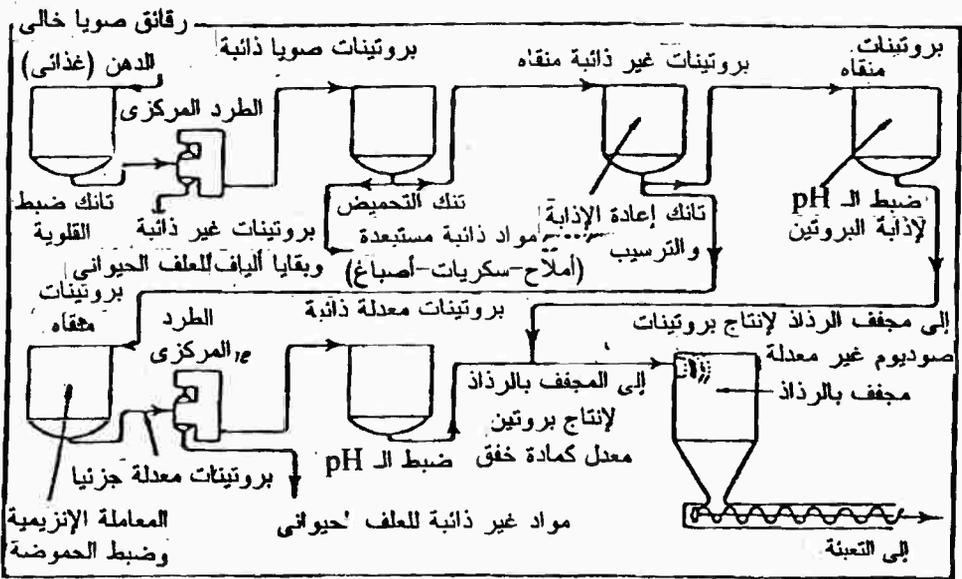
تتوقف ذائبية البروتين على الأس الهيدروجيني pH الموجود في هذا البروتين حيث تصل ذائبية البروتين إلى أدناها عند نقطة التعادل الكهربى له (أى عند قيمة الـ pH التي تكون عندها محصلة الشحنة على جزئ البروتين مساوية للصفر). وللوصول إلى هذه النقطة فإنه يجب التحكم في تطويع manipulation للـ pH بمنتهى الدقة، ذلك لأن اختلاف الـ pH بمقدار وحدة واحدة على أى من جانبي نقطة التعادل الكهربى كفيل بزيادة ذائبية البروتين بنحو عشرة مرات . ويمكن - كما هو الحال عند استخدام الحرارة في الترسيب - التحكم في 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 (البروتيو ليتية)

Extraction of proteins in the presence of proteolytic enzymes

يؤدى وجود الإنزيمات المحللة للبروتين (الإنزيمات البروتيو ليتية) مثل البيسين pepsin والتريسين 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 الذي حدا بالمشتغلين بالصناعة إلى استخدام الإنزيمات المحللة للبروتين في إنتاج بروتينات الصويا. ويوضح الشكل 10-16 خطوات إنتاج بروتينات الصويا باستخدام إنزيمات بروتوليتية كالبيسين علما بأن هذه العملية تحتاج إلى عناية فائقة بغرض التحكم في ظروف عملية التحلل المائي من حيث الزمن، درجة الحرارة، التركيز، الـ pH، كذلك فإنه يجب التحكم في درجة التحلل المائي 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 ultrafiltration

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 المندثرة native. كذلك فإن كمية العائد المتحصل عليه من البروتين بهذه الطريقة يكون عاليا (حوالى 95%)، إلا أن درجة نقاوة هذا البروتين تكون منخفضة (نحو 71%).

سابعا : فصل البروتين بالترشيح الجلى

Separation of protein by gel filtration

يمكن تحضير معزولات بروتينية باستخدام طريقة الترشيح الجلى حيث يستخدم سيفادكس (G 25 أو G50) مما يؤدي 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 :

Chromatographic Methods

الطرق الكروماتوجرافية :

Gel filtration

1- الترشيح الجلى

Ion exchange

2- التبادل الأيونى

Chromatofocusing

3- التجميع

High resolution reversed phase chromatography

4- كروماتوجرافيا الوجه المعكوس على الإظهار

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 التجزيئي

Affinity partition chromatography

ب- طرق الهجرة الكهربائية باستخدام الجل Gel electrophoresis

1- الهجرة الكهربائية عند نقطة التعادل الكهربى

Isoelectric focusing

2- الهجرة الكهربائية باستخدام الطرق المناعية

Immuno-electrophoresis

3- الهجرة الكهربائية بجل الإكريل أميد فى إتجاهين

Protein mapping by two-dimensional polyacrylamide gel electrophoresis

4- الهجرة الكهربائية الشعرية

Capillary electrophoresis

5- تقنيات إستعادة البروتين

Protein elution and blotting technique

6- عمليات الهجرة الكهربائية على نطاق كبير

Large scale electrophoretic process

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

10-6 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 غذائية 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 المزعم خلطها تحديد نسب الخلط المثلى التى تضمن الوصول إلى أعلى قيم لنسبة كفاءة البروتين المحسوبة (C.PER) Computed protein efficiency ratio

وتعتبر تقنية الطبخ بالدفع الميكانيكي تحت ضغط أو ما يطلق عليها تكنولوجيا التشكيل بالبتق extrusion من أهم التقنيات التي تستخدم في عمليات تكوين formulation أغذية جديدة novel والتي لا يقف 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 بالبتق يعد بمثابة عملية تفصيل tailor-made . من ناحية أخرى فقد أمكن وعلى النطاق الصناعي استخدام هذه التقنية في إنتاج خبز بلدي flat bread صالح للإستهلاك دونما حدوث بيات له لمدة تصل إلى العام ويوجد مصنع ضخم بألمانيا ينتج هذا الخبز .

Extrusion

1-6-10 تكنولوجيا التشكيل بالبتق

من التقنيات الهامة التي إنتشرت حديثاً في العالم وهي تتميز بإنخفاض تكلفتها وبتنوع أشكال منتجاتها وجودتها العالية وقيمتها التغذوية المرتفعة حيث يستخدم فيها الحرارة العالية والزمن القصير مما يقلل عمليات هدم المغذيات وهي في 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 الأظفار المنتجة من الحبوب break fast cereal والأغذية الجاهزة للأكل ready-to-eat foods .

ثم كان التطور الكبير في أوائل الخمسينات وأدخلت البقوليات مع الحبوب والنواتج الثانوية الحيوانية لإنتاج العديد من الأغذية السابقة الطهي والنشا المحور وأغذية التسالي وأغذية الأطفال وغيرها. وقد اكتشف Alkinson عام 1970 انه يمكن إستخدام تكنيك التشكيل بالبتق لإعطاء القوام البلاستيكي لمعزولات ومركزات فول الصويا حيث يحدث توزيعاً فراغياً معيناً مع تكوين رولبط عرضية لجزيئات البروتين إنتاج ما أطلق عليه البروتين النباتي مكتسب القوام Textured vegetable protein (T.V.P). ويعتبر التشكيل بالبتق للأغذية البروتينية حالياً بمثابة تكنولوجيا عملية واسعة التطبيق وتمثل جزءاً كبيراً من الأغذية المصنعة حالياً.

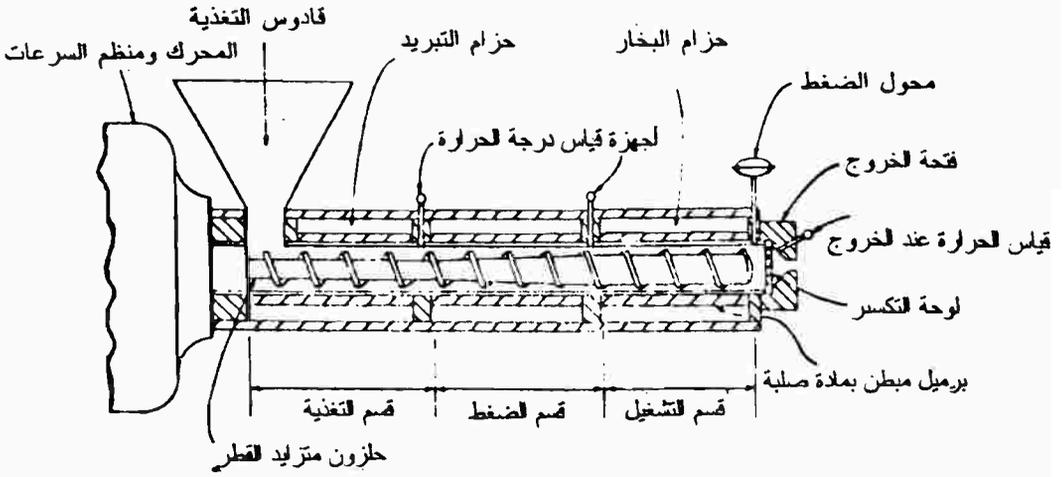
وهناك العديد من أجهزة التشكيل بالبتق منها الخاصة بالعجائن والمكرونة (pasta extruder)، والتشكيل بإستخدام الضغط المرتفع (high-pressure forming extruder) وهي خاصة بعجائن الحبوب سابقة الجلتننة pregelatinized ، وجهاز التشكيل منخفض القص (low shear cooking extruder) والذي يعطى منتجاً غذائياً طرياً معتدلاً القوام soft moist, moderate shear ، وجهاز التشكيل الطوقي والذي يطلق

نيه (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 بالبتق مسبباً تمدداً محسوساً للمنتج ومن ثم يفقد رطوبته ويصبح مقرمشا crisp ، بيد أن أحد أنواع أجهزة التشكيل بالبتق وهو جهاز التشكيل على القص high - shear cooking extruder يعد واسع الاستخدام لإنتاج نوعيات كثيرة من المنتجات الغذائية سابقة الطبخ والمجلتة أو المعاملة حرارياً.

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

وعند تشغيل الجهاز فإن الإسطوانة الداخلية سوف تمتلئ بمخلوط الغذاء مما يؤدي إلى حدوث عملية إنضغاط للمادة الغذائية ويزداد الضغط الواقع على المادة الغذائية كلما إتجهنا ناحية فتحة التشكيل die. والطاقة الميكانيكية المستخدمة في إدارة الحلزون والضغط العالي المتولد نتيجة دفع المادة الغذائية - في حيز يقل كلما إتجهنا للأمام - يؤدي إلى الخلط الجيد للمكونات ورفع درجة حرارتها جدا (حوالي 175°م) قبل خروجها من فتحة التشكيل، وللتحكم في درجة الحرارة خاصة قرب خروج الناتج من فتحة التشكيل فإن البرميل (الإسطوانة) يكون مزوج الجدار بحيث يمكن التحكم في درجة حرارته إما بالرفع أو بالخفض. والجهاز مزود أيضا بمقياس للحرارة وآخر لقياس الضغط المتولد في 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 العالي المؤثر على المادة الغذائية والضغط الجوى العادى عند فتحة الخروج فتنتظير الرطوبة من المنتج خاصة وأن درجة حرارته تكون أعلى من درجة حرارة تبخر الماء .



شكل 10-17 : رسم تخطيطي لجهاز التشكيل بالبتق

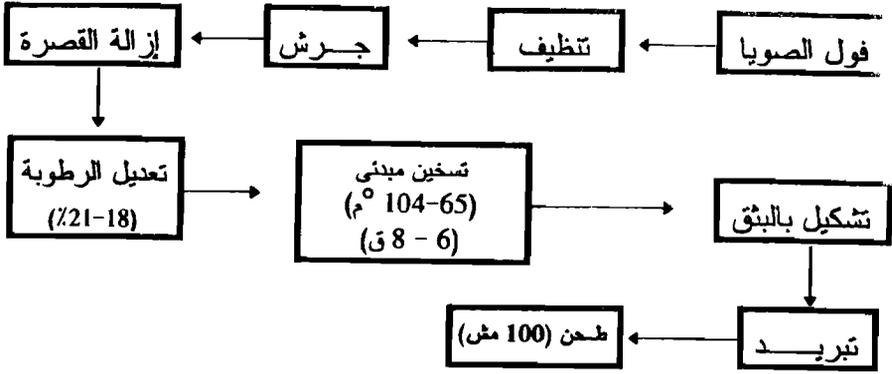
Source : Harper and Jansen (1985).

وفيما يلي سوف نتطرق لبعض تطبيقات التشكيل بالبتق في مجال البقوليات .

Full- fat soy flour

أولاً : دقيق فول الصويا كامل الدهن

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



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

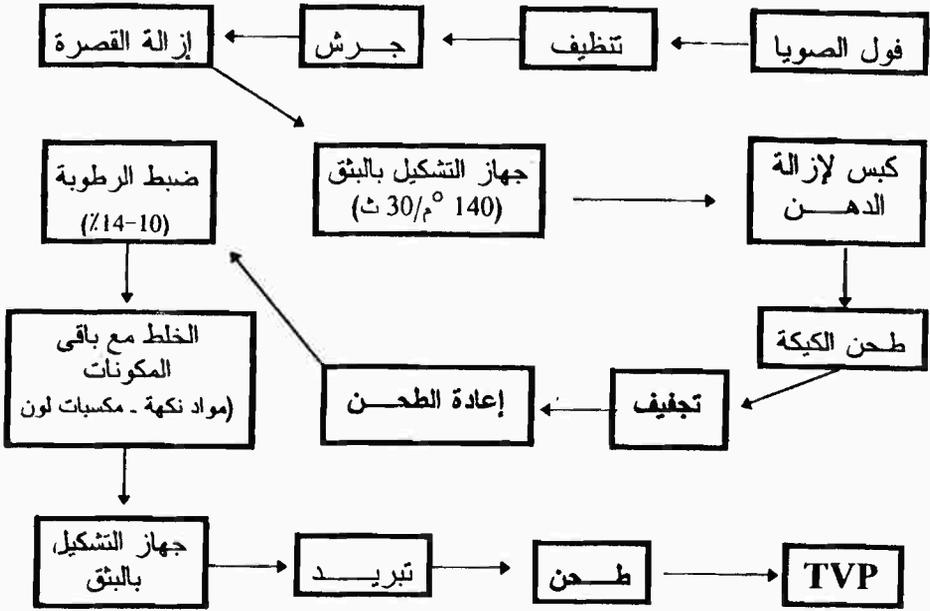
ويتميز الناتج بارتفاع محتواه من البروتين (41%)، الدهن الخام (22.5%) والرماد (5.1%) بينما تصل كل من الألياف الخام والرطوبة إلى 1.7% ، 3.1% علي الترتيب . الا انه قد يحدث تحطم بسيط لكل من الريبوفلافين والنياسين وفيتامين A وفيتامين C كنتيجة لعملية التشكيل بالبتق . كما وان عملية طحن الناتج بعد عملية التشكيل بالبتق باستخدام الطواحين المطرقية hammar mills . يعد أمراً صعباً بسبب تواجد الزيوت حرة علي سطح المنتج . مما يعيق عملية الطحن ويمكن التغلب علي تلك المشكلة باستخدام الطواحين الابرية pin mills فائقة السرعة وقد أوضحت الدراسات نجاح استخدام هذا المنتج في صناعة الخبز بإحلال يصل الي 24% .

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

في الحقبة الأخيرة تعاضد استخدام تكنيك التشكيل بالبتق في مجال إنتاج بروتينات نباتية مكتسبة القوام تتسم بتركيبها الليفي الذي يشبه نسيج اللحوم حتي وأن هذه المنتجات تسمى شبيهات اللحوم meat analogues . ويستخدم في ذلك أما مجروش فول الصويا منزوع الدهن أو دقيق فول الصويا منزوع الدهن ويفضل أن يكون فول الصويا منزوع الدهن محتوي علي 50% بروتين كحد ادني ، 3% الياف كحد اقصي وأقل من 1% دهن وأن يكون مقياس ذائبية النتروجين nitrogen solubility index (NSI) في المدى من 50 الي 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 تعني حدوث دنثرة حرارية أقل خلال عملية التشكيل بالبتق لإنتاج TVP .

ويتم عمل ترطيب لمجروش فول الصويا أو لدقيق الصويا قبل الإضافة إلى قلدوس جهاز التشكيل بالبتق وذلك لرفع الرطوبة لمحتوى يتراوح بين 15 إلى 40% رطوبة ويتم ضبط الـ pH – إذا كان مرغوباً – باستخدام الأملاح الحامضية أو الأحماض المخففة لخفض الـ pH ، هيدروكسيد الصوديوم أو هيدروكسيد الماغنسيوم أو هيدروكسيد الكالسيوم لزيادة قيمة الـ pH ، ويؤدي ضبط الـ pH إلى أقل من 5.5 إلى زيادة صفته 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 .

وفي خطوة الترتيب يمكن إضافة مواد النكهة والمواد الملونة والمعادن والمستحبات والمركبات المشجعة لتكوين الروابط العرضية للبروتين مثل الكبريت وكلوريد الكالسيوم ، ثم جرى التسخين إلى 60-104°م لتقليل لزوجة المخروط وتحسين صفة تشرب الماء وبلى تلك الخطوة تغذية جهاز التشكيل بالبتق بالمخروط فيتعرض المخروط 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 من الـ superheated steam منه ويقوم القاطع cutter بقطع المنتج قطعاً متجانسة وفى ذات الوقت يقوم المجفف (المبرد) بخفض نسبة الرطوبة بسرعة إلى نحو 6% .



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

Blended food products

ثالثا : منتجات الأغذية المخلوطة

هي منتجات يستخدم فيها أكثر من مصدر غذائي (مثل الحبوب والبقول - بذور المحاصيل الزيتية - الألبان - الفيتامينات والمعادن) وذلك بغرض تصنيع ناتج سريع التحضير ورخيص الثمن ومرتفع في قيمته التغذوية حيث يتم الخلط بنسب معينة واكسابها لقوام جذاب بواسطة جهاز التشكيل بالبتق .

ومن أشهر تلك المخاليط مخلوط الذرة وفول الصويا واللبن والذي يطلق عليه CSM وهي الحروف الأولى من Corn/Soy/Milk والذي يتكون من دقيق الذرة منزوع الدهن

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

وتجدر الإشارة إلى أنه للحيلولة دون حدوث تدهور للبن المستخدم فى الخلطات التي يتم تشكيلها بالبتق فقد تمكن العالم الأمريكى Rizviy من تسجيل أكثر من براءة إختراع أمريكية لنظام جديد يتزواج فيه الإستخلاص بالسوائل عند الظروف فوق الحرجة Super Critical Fluid Extraction (SFE) مع تقنية التشكيل بالبتق extrusion .

7-10 : 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 ما يتم 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 :

1-7-10 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 فإن إنخفاض الرطوبة النسبية ورفع درجة الحرارة أثناء التخزين تقلل من سرعة تشرب البذور بالماء ، و يؤدي إلى إنخفاض كبير فى الحد الاقصى لتشرب البذور بالماء ويبدو ذلك بوضوح كلما زادت فترة التخزين . وتؤدي 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 هذه 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 فنقل 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 المزوجة 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 البلازماليمما plasmalemma والتي تكون شديدة الالتصاق بالجدار الخلوى تترجع إلى الخلف وتبتعد عن الجدار الخلوى نتيجة لعملية التخزين ، وقد تبين أنه عند اجراء نقع البذور المخزنة يجذب الجدار الخلوى بعيدا عن الصفيحة الوسطى التى يحدث لها لجننة ، وتعزى هذه التغيرات إلى ضعف القوى الرابطة بين الجدار الخلوى وكل من الصفيحة الوسطى و البلازماليمما و السيتوبلازم ويؤدى هذا إلى عدم تواصل (تكامل) disintegration أعضاء 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 للصفحة 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 المجلطة يتسبب فى الشعور بالقولم 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 الاليومين والجلوبيولين و الاحماض الامينية ، كما يحدث تعديل modification للتوزيع الفراغى للبروتين conformation كنتيجة للتقارب aggregation ، والتكك dissociation ، والجليكنة glycation ، وتنخفض القيمة التغذوية للبروتين نتيجة لنقص الاحماض الامينية الاساسية و لانخفاض حساسية البروتينات susceptibility للانزيمات البروتيو ليتية ومن ثم تقل الهضمية . كما تؤدى عملية التخزين الى انخفاض نسبة البروتين القابل للإستخلاص بالماء water- extractable protein وزيادة نسبة النيتروجين غير الذائب فى الماء وارتفاع نسبة النيتروجين غير البروتينى .

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

و تؤدى عملية تخزين البقوليات الى حدوث فقد فى بعض الفيتامينات خاصة الثيامين و الريبوفلافين ، و لكنها لا تؤدى الى تقليل مضادات التغذية بل على العكس قد تزيد من نشاط هذه المضادات خاصة مضاد إنزيمات التربسين و الكيموتربسين و الالفاميلاز و اللاكتينات .

10-7-3 الخواص الفسيولوجية والفيزيائية :

أجرى التابعى وآخرون (1984) El-Tabey Shehata *et al* 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 للحصول عليها بعد الحصاد مباشرة فى مايو عام 1980 و قد تم تخزين 2.3 طن من هذه الكمية فى مكورة 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) و ذلك لإجراء معاملات تخزينية أخرى و هى الخلط مع الرمل (3:1 حجم / حجم) و الخلط مع رماد الخشب (10 : 1 حجم / حجم) و التحميص عند 150°م / 2 ق أو تغطية

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

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

المعنوية	نوع العبوة				خواص البذرة
	جوال جوت	سيراميك	صفيح	بلاستيك	
					البذور الجافة:
0.001	536	544	514	521	وزن 1000 حبة (جم)
0.001	462	469	434	441	حجم 1000 حبة (مل)
0.001	1.158	1.161	1.184	1.182	الكثافة النوعية (جم/مل)
0.001	140	139	138	138	معامل التشرّب (%)
0.001	149	148	147	147	معامل الإنتفاخ (%)
--	96.7	94.2	99.3	99.8	نسبة الإنبات (%)
0.05	2.8	2.6	1.4	0.87	البذور المصابة ($\sqrt{\%} + \frac{1}{2}$)
0.001	7.72	7.67	5.72	5.59	اللون (قيم الأحمر)
					البذور المطهية
0.001	2.2	2.6	3.4	3.2	اللون (حسباً) 5/
0.05	7.6	7.4	7.1	7.2	الطراوة (حسباً) 10/
--	7.8	7.8	7.9	7.8	التحبيب (حسباً) 10/
--	17.6	17.8	17.9	18.0	مجموع التقييم الحسى/25
0.01	236	236	246	247	معامل التشرّب (1%)
0.001	318	315	299	294	حجم سائل التدميس (مل)
0.001	321	318	301	296	وزن سائل التدميس (جم)
--	1.010	1.011	1.011	1.012	كثافة السائل النوعية (جم/مل)

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

أما الجدول رقم 10-18 فيوضح الصفات البيولوجية و الطبيعية لبذور الفول و تأثيرها بنوع المعاملة .

جدول 10-18: الخواص البيولوجية والفيزيكية لبذور الفول وتأثيرها بنوع المعاملة أثناء التخزين.

المعنوية	نوع المعاملة					خواص البذور
	تحميص	قش حلبة	رملا خشب	رمل	كونترول	
						البذور الجافة:
--	525	531	534	525	528	وزن 1000 بذرة (جم)
0.01	461	551	455	443	448	حجم 1000 بذرة (مل)
0.001	1.138	1.174	1.175	1.187	1.18	الكثافة النوعية (جم/مل)
0.001	144.8	136.6	139	139	134	معامل التثريب (%)
0.001	151	146	149	149	144	معامل الإنتفاخ (%)
--	00.0	99	97	96	100	نسبة الإنبات (%)
--	1.7	1.9	0.8	2.3	2.7	البذور المصابة ($\sqrt{\%} + \frac{1}{2}$)
0.01	7.54	6.28	6.64	6.59	6.32	اللون (قيمة الأحمر)
						البذور المطهية
--	2.9	3.0	2.9	2.9	2.7	اللون (حسبا) 5/
0.05	7.0	7.1	7.6	7.6	7.3	الطراوة (حسبا) 10/
0.01	7.4	7.4	8.0	8.1	7.6	التحبب (حسبا) 10/
0.05	17.3	17.6	18.5	18.6	17.6	مجموع التقييم الحسى/25
0.01	250	233	239	243	243	معامل التثريب (%)
0.001	279	313	310	308	322	حجم سائل التدميس (مل)
0.001	281	316	313	310	325	وزن سائل التدميس (جم)
--	1.013	1.008	1.010	1.013	1.010	كثافة السائل النوعية (جم/مل)

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

لأما عن تأثير فترة التخزين على الصفات البيولوجية و صفات طهى البذور فيوضحها الجدول رقم 10-19.

جدول 10-19 : الخواص البيولوجية و صفات الطهى للقولى البلى و تأثرها بفترة التخزين.

المعنوية	فترة التخزين			خواص البذور
	9 شهور	4.5 شهر	صفر	
				البذور الجافة:
--	528	530	520.2	وزن 1000 بذرة (جم)
0.01	456	447	432.5	حجم 1000 بذرة (مل)
0.001	1.157	1.186	1.203	الكثافة النوعية (جم/مل)
0.001	137.1	140	145	معامل التشرب (%)
0.01	146.9	149	153	معامل الإنتفاخ (%)
--	95.6	100	97	نسبة الإنبات (%)
--	2.2	1.5	0.0	البذور المصابة ($\sqrt{\%} + \frac{1}{2}$)
0.001	6.94	6.41	4.24	اللون (قيمة الأحمر)
				البذور المطهية
--	2.8	2.9	2.5	اللون (حسبا) /5
0.01	7.1	7.5	8.1	الطراوة (حسبا)/10
0.05	7.8	7.6	8.5	التحبيب (حسبا)/10
--	17.8	18.0	20.01	مجموع التقييم الحسى/25
0.05	244	239	248	معامل التشرب (%)
--	304	309	294	حجم سائل التدميس (مل)
0.01	305	313	301	وزن سائل التدميس (جم)
0.001	1.007	1.015	1.022	كثافة السائل النوعية (جم/مل)

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

أما الجدول رقم 10-20 فيوضح صفات بذور الفول بعد تسعة أشهر من التخزين فى المكورة بقرية برهم بمحافظة المنوفية .

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

متوسط القيم	خواص الفول
	البذور الجافة:
517.35	وزن 1000 بذرة (جم)
440.00	حجم 1000 بذرة (مل)
1.176	الكثافة النوعية (جم/مل)
127.14	معامل التشرّب (%)
137.26	معامل الإنتفاخ (%)
100.00	نسبة الإنبات (%)
0.00	البذور المصابة ($\sqrt{\%} + \frac{1}{2}$)
4.47	اللون (قيمة الأحمر)
	البذور المطهية
4.73	اللون (حسباً) 5/
7.00	الطراوة (حسباً) 10/
7.85	التحبيب (حسباً) 10/
19.58	مجموع التقييم الحسى 25/
257.13	معامل التشرّب (%)
258.16	حجم سائل التدميس (مل)
255.00	وزن سائل التدميس (جم)
1.013	كثافة السائل النسبية (جم/مل)

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 .

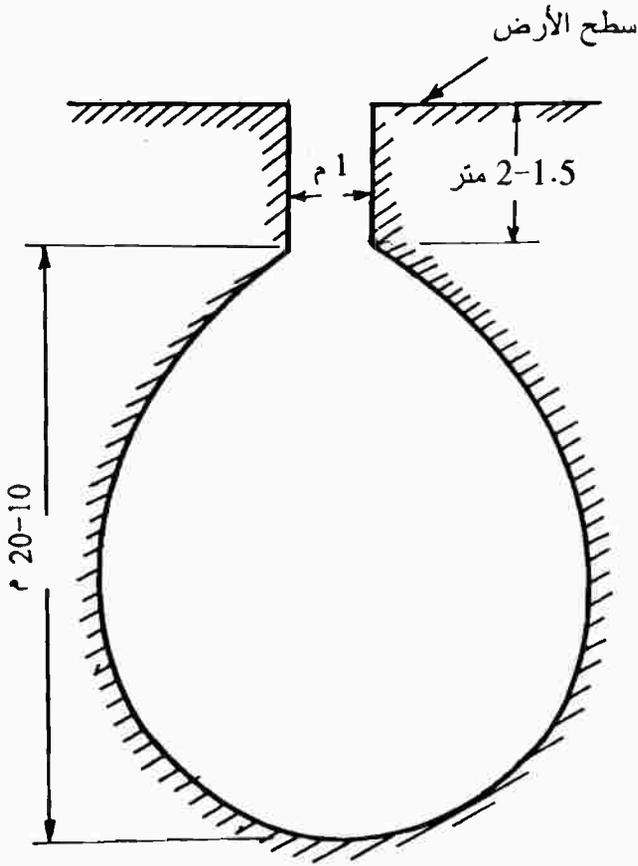
ويمكن إيجاز النتائج التى توصلت إليها هذه الدراسة فى أن الصفات الفيزيائية لبذور الفول البلدى تتأثر بنوع العبوة حيث كانت العبوات المحكمة أفضل من حيث المحافظة على جودة طهى البذور ومنع الإصابة الحشرية بسوس

المخازن *Bruchus rufimanus* Boh. كذلك فقد أمكن التحكم في منع الإصابة الحشرية في العبوات السيراميك في حين كانت عملية التخصيص هي المعاملة المثلى للمحافظة على جودة الطهي الا أن التخزين في المكورة يعتبر الافضل عن كل العبوات و المعاملات على الاطلاق . وقد بينت التجارب التي أجراها ذات الفريق البحثي على تحليل التربة بقرية برهيم بمحافظة المنوفية انفرادها بسمات تركيبية وفيزيائية معينة و هو الامر الذي 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 للمكورة و هي تتسع لأوزان من 2 إلى 30 طن و تحاط من الداخل بسيقان الفول البلدى و الحلبة و بعد ملء المكورة تغطى بأجولة الجوت ثم يعلوها طبقة تربة (1 م) ، و تجدر الإشارة إلى أنه بفتح المكورة فإنه من الضروري إخراج كل الفول المخزون بها بمعنى أنه لا يمكن إخراج كمية من الفول المكور ثم إعادة غلق المكورة بل يجب إفراغ المكورة وإعادة تجهيزها من جديد .

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

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

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



شكل 10-20 : دياگرام لمكمورة لتخزين الفول البلدى

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

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.

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 Gloucestershire GL 55 6LD, UK.
10. Bhatta, 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). Hemolytic 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.

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 Chichester, U. K.
28. Jawarska, 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. A non 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 programmes. 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. *Cereal Chem.* 61: 381-383.
62. Youssef, M. M. and Bushuk, W. (1986). Breadmaking properties of composite flours of wheat and faba bean protein preparations. *Cereal 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 (*Medummis*): Effects of cooking temperature and time. *J. Food Sci.*, 58: 1347-1352.

ملحق I

Appendix I

الأسماء الشائعة والأسماء العلمية لأهم البقوليات التي تستخدم لغذاء الإنسان .

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

الإسم العلمي	الإسم (الأسماء) الشائع	الإسم باللغة العربية
<i>Pachyrhizus erosus</i> (L.) Urban.	Yam bean - Manioc pea	فاصوليا البام - فاصوليا التيب
<i>Phaseolus acutifolius</i> A. Gray.	Tepary bean - Rice haricot bean	فاصوليا تيبساري
<i>Phaseolus coccineus</i> L.	Runner bean - Scarletrunner - Multiflora bean (USA name).	فاصوليا مالتى فلورا
<i>Phaseolus lunatus</i> L.	Lima bean - Batter bean - Madagascar (butter) bean - Sievo bean - Burma bean.	فاصوليا الليمسا
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Common bean - French bean - Kidney bean - Haricot bean - Snap bean - Frijoles (Latin - American name).	الفاصوليا
<i>Pisum sativum</i> L.	Pea	البسطة
<i>P. ophocarpus tetragonolobus</i> (L.) DC	Winged bean - Asparagus bean - Goa bean.	فاصوليا الهليون أو الفاصوليا المجنحة
<i>Sphenostylis stenocarpa</i> .	African yam bean.	فاصوليا البام الإفريقية
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarino tree	التمر هندي
<i>Tetragonolobus purpureus</i> Moench	Asparagus pea - Winged pea.	بسطة الهليون أو البسطة المجنحة
<i>Vicia faba</i> L.	Broad bean - Field bean. Faba bean - Fava bean	القول البسطة هندي
<i>Vigna acanitifolia</i> (Jacq.) Marechal	Moth bean - Mat bean	فاصوليا القراشة أو الفاصوليا الحشنة
<i>Vigna angularis</i> (Wild) ohwifohashi.	Adzuki bean - Adsuki - Atsuki - Atsuki or Azuki bean.	فاصوليا أزوكي
<i>Vigna mungo</i> (L.) Hepper	Black gram - urd.	
<i>Vigna umbellata</i> (Thunb.).	Rice bean - climbing mountain bean - Mambi bean - oriental bean	فاصوليا الشارق
<i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp.	Cow pea - yard long bean catjang.	لوبس
<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek.	Mung bean - Green gram - Golden gram.	قول الماندج
<i>Voandzeia subterranea</i> (L.) Thouors	Bambarra roundnut.	قول بامبارا

شجرة مستديمة الخضرة تحتوي على ثمرات مستقيمة أو منحنية طول كل منها من 50-180 سم وتحتوي الثمرات على لب نبي طري حول البذور . ويستخدم اللب كغذاء .

أو يصنع منه مشروبات صحية في الهند وسريلانكا .