١ ــ فى الأراضى الخصبة :

يكون التسميد بمعدل ٢٠٠ كجم سلفات نشادر، و٢٠٠ كجم سوبر فوسفات، و١٠٠ كجم سلفات بوتاسيوم تخلط جيدًا، وتضاف على دفعتين متساويتين، الأولى : بعد تمام الإنبات وقبل الرى مباشرة، والثانية : عند بداية التزهير وقبل الرى أيضًا، على أن يكون التسميد سرًّا فى بطن الخط.

٢ ــ فى الأراضى الرملية غير الخصبة :

يكون التسميد بضعف المعدلات السابقة، مع إضافتها على أربع دفعات متساوية هى أثناء تجهيز الأرض للزراعة، وقبل رية المحاياة مباشرة، وعند بداية الإزهار، وعند بداية العقد، وعلى أن يكون التسميد تكبيشاً على الثلث السفلى من ريشة الزراعة (الإدارة العامة للتدريب ــ وزارة الزراعة ــ جمهورية مصر العربية ١٩٨٣).

٥ ــ إقامة الدعامات :

لا تقام الدعامات الا للأصناف الطويلة. وهى تقام فى مصر بعد شهر من الزراعة، وبعد إحدى الريات مباشرة حتى يسهل غرسها، وتكون من حطب القطن أو الغاب. تغرس الدعامات ــ خلف النباتات ــ فى قمة الخطوط تقريبًا، وعلى بعد ٥ ــ ٨ سم من بعضها البعض. ويؤدى وجودها على هذا النحو إلى أن تتسلق عليها النباتات، فيسهل رؤيتها وحصادها ولا ترقد فى مجرى الخطوط. وقد تقام دعامات خشبية بطول ٢١٠ سم، وسمك ٢,٥×٥ سم تغرس فى الخطوط كل ١٥٠ ــ ١٨٠ سم، ثم يشد عليها خيط أفقى كل ١٥ ــ ٢٠ سم لتتسلق عليه النباتات.

الفسيولوجى

الإزهار

تعتبر البسلة من النباتات المحايدة بالنسبة لتأثير الفترة الضوئية على الإزهار، إلاّ أنها تستجيب لدرجة الحرارة والفترة الضوئية بصورة كمية. فيؤدى تعريض النباتات إلى درجة حرارة منخفضة، أو إلى نهار طويل إلى بدء إزهارها عند عقدة منخفضة على الساق عما يكون عليه الوضع إذا تعرضت النباتات لحرارة أعلى، أو لفترة ضوئية أقصر. ويذكر Piringer (١٩٦٢) أن إزهار الصنفين ألاسكا، وسربرا يزكان أسرع فى النهار الطويل مع حرارة ليل منخفضة قدرها ١٠°م، بينما كان الإزهار أسرع فى أصناف أخرى عندما تراوحت حرارة الليل من ١٠ ــ ١٦°م مع نهار طويل أيضًا.

كما تؤدى معاملة نباتات البسلة بالكاينتين إلى تبكير الإزهار، ويزداد التبكير مع زيادة التركيز المستخدم كما هو مبين فى جدول (٣ ــ ٧). ويعتبر ذلك عكس التأثير الذى يحدثه الكاينتين على إزهار الطماطم.

جدول (٣ ــ ٧) : تأثير المعاملة بالكاينتين على إزهار البسلة (عن Wittwer & Bukovac ١٩٦٢).

التركيز (مولار)	عدد الأيام حتى تفتح أول زهرة (١)	عدد الوحدات الحرارية حتى تفتح أول زهرة (بالنظام المئوى)
10^{-5}	٣٤ أ	٣٧٨
2×10^{-6}	٣٥ أب	٣٨٩
10^{-6}	٣٦ أب	٤٠٣
2×10^{-7}	٣٧ أب	٤١١
10^{-7}	٣٨ أب	٤٢٥
المقارنة	٣٩ جـ	٤٣٣

(١) القيم التى يتبعها حرف أبجدى متشابه لاتختلف عن بعضها جوهريًا عند مستوى احتمال ٥٪.

العيوب الفسيولوحيه

من أهم العيوب الفسيولوجية التى تظهر على بذور البسلة مايلى :

١ ــ اصفرار البذور bleaching :

تصفر البذور الخضراء وتفقد جزءاً من محتواها من الكلورفيل عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء النضج وتساعد زيادة التسميد الآزوتى على زيادة تعرض النباتات لهذه الظاهرة.

٢ ــ القلب الأجوف hollow heart :

يظهر القلب الأجوف على شكل فجوة من نسيج ميت فى الجانب الظهرى للفلقات فى البذور الجافة، وتحدث الحالة عند ارتفاع درجة الحرارة أثناء تجفيف البذور. وتؤدى زيادة الفوسفور ونقص النيتروجين إلى زيادة فرصة الإصابة بهذا العيب الفسيولوجى.

٣ ــ الفجوات البنية المركزية brownish hollow centers (أو marsh spot) :

يؤدى نقص عنصر المنجنيز إلى ظهور فجوات بنية اللون فى مركز البذور بالفلقات يمكن رؤيتها عند فصل الفلقتين عن بعضهما البعض. وتعالج هذه الظاهرة بالتسميد بكبريتات المنجنيز إما عن طريق التربة، أو رشًا على النباتات فى مرحلة مبكرة من النمو (George ١٩٨٥).

تأثير مبيدات الحشائش على نسبة البروتين فى البذور

أدت معاملة البسلة والفاصوليا بمبيد الحشائش سيميزين Simizine (فى الحدود الآمنة للمبيد) إلى إحداث زيادة فى المحصول ، وفى نسبة البروتين فى البذور، وصاحب ذلك زيادة كبيرة فى نشاط إنزيم nitrate reductase لدى تسميد النباتات بالأسمدة الآزوتية (عن Wittwer ١٩٦٨) . كما وجد Salunkhe وآخرون (١٩٧١) أن المعاملة بمبيدات الحشائش s-triazine ، والتى منها السيميزين ، والبرو بازين propazine ، والإجران igran ، والأمترين ametryne بمعدلات منخفضة تراوحت من ٥٦ ــ ٢٢٣ جم للفدان أدت إلى زيادة نسبة البروتين فى بذور البسلة . وقد أحدثت التركيزات الأعلى من نفس المبيدات (٤٤٥ ، و١٧٨٠ جم للفدان) زيادة مماثلة فى نسبة البروتين فى الذرة السكرية مصحوبة بتغيرات فى نوعية البروتين .

تثبيت آزوت الهواء الجوى بواسطة بكتيريا العقد الجذرية

تعتبر البسلة من البقوليات النشطة فى عملية تثبيت آزوت الهواء الجوى من خلال بكتيريا العقد الجذرية التى تعيش فى جذورها معيشة تعاونية . ومن بين أكثر من ١٨ نوعًا متخصصًا معروفًا من البكتيريا التابعة للجنس *Rhizobium* التى تثبت آزوت الهواء الجوى .. فإن النوع *R.leguminosarum* هو الوحيد الذى يعيش تعاونيًا فى جذور البسلة ، وهو لا يتعايش مع البقوليات الأخرى المعروفة سوى مع الفول الرومى ، والعدس ، والبيقة . **وهى نبات علفى .**

عندما تلامس بكتيريا العقد الجذرية جذر نبات بقولى ، فإن بعض البكتيريا تخترق الشعيرات الجذرية مكونة خيط إصابة infection thread يتجه نحو قاعدة الشعيرة الجذرية ، حتى يصل إلى البشرة الداخلية والبيريسيكل ، حيث تبدأ خلايا هذه المنطقة فى الانقسام النشط كرد فعل من جانب النبات ، فيتكون نمو متدرن tuberous growth ، أو ما يسمى بالعقدة nodule . وعليه .. فإن العقدة ماهى إلا كتلة من أنسجة الجذر تعيش فيها البكتيريا . ومن المعروف أن هذه البكتيريا قادرة على إنتاج منظم النمو إندول حامض الخليك (IAA) . وربما يكون ذلك هو المحفز على انقسام خلايا الجذر لتكوين العقدة ، لكن من المعروف أنه يوجد العديد من البكتيريا الأخرى القادرة على إنتاج نفس منظم النمو، ولكنها لاتحدث عقدًا جذرية شبيهة بتلك التى تحدثها هذه البكتيريا .

وتبدأ أولى خطوات تكوين العقدة الجذرية سريعا بعد إنبات البذور، ومع استمرار النمو السريع للجذور، حيث تكون الظروف بالمنطقة المحيطة بالجذور (rhizosphere) مناسبة لنمو هذه البكتيريا ، فتخترق الشعيرات الجذرية وتتكاثر بسرعة نتيجة لتوفر الغذاء . و يتكون من هذه البكتيريا خيط العدوى الذى يحاط بإفرازات من السيليلوز، والهيميسيليوز، والبكتيريا يفرزها العائل . ولاتخرج **البكتيريا من هذا الغشاء المحيط بها إلا بعد وصولها للخلايا الداخلية بالقشرة،** حيث تبدأ الخلايا فى الانقسام ، والعقدة فى الظهور. وتتصل العقد بالحزم الوعائية للجذور، و ينتقل إليها الغذاء . وقد تحتوى العقدة الواحدة على ملايين البكتيريا .

هذا .. وتحتوى خلايا العقد على ضعف العدد الطبيعى من الكروموسومات .. وهذا التضاعف لايحدث كرد فعل لدخول البكتيريا ، ولكن البكتيريا ذاتها لا تكون قادرة على إحداث الانقسام النشط وتكوين العقد إلا إذا وصل خيط العدوى إلى خلية متضاعفة من خلايا الجذر. يمكن عند فحص خلايا العقدة الجذرية ملاحظة وجود صبغة حمراء شبيهة إلى حد كبير بالهيموجلوبين الذى يوجد فى خلايا الدم الحمراء ، ولهذا سميت باسم لجهيموجلوبين leghemoglobin و يبدو أنها ناتج من نواتج تفاعل الجذر البقولى مع البكتيريا ، لأن أيا منهما بمفرده لا يكون قادرًا على إنتاج هذه الصبغة . وتدل نتائج العديد من الدراسات أن هذه الصبغة ذات علاقة أكيدة بتثبيت أزوت الهواء الجوى ، لأن **التثبيت لايحدث إلا فى العقد المحتوية على هذه الصبغة ، كما أن المقدرة على تثبيت أزوت الهواء الجوى تتناسب طرديا** مع تركيز الصبغة . ولا يعرف على وجه التحديد .. كيف تساعد الصبغة فى عملية تثبيت أزوت الهواء الجوى . لكن ربما يكون ذلك من خلال توفيرها للأكسجين اللازم لهذه العملية ، نظرا لأنها ذات مقدرة عالية على اجتذاب الأكسجين ؛ مما يؤدى إلى وصوله للبكتيريا فى الجذور، حتى ولو كان تركيزه منخفضًا فى التربة .

وتدل نتائج الدراسات التى أجريت فى هذا الشأن على أن تثبيت أزوت الهواء الجوى فى النباتات البقولية يتم بواسطة جذور النباتات نفسها ، ولكن لأسباب لازالت مجهولة لا تستطيع النباتات القيام بهذه المهمة فى غياب بكتيريا العقد الجذرية التى تتبع الجنس ***Rhizobium*** . والتوازن دقيق بين بكتيريا العقد الجذرية والعائل البقولى ، فلو انخفض مقدار المواد الكربوهيدراتية التى تصل هذه البكتيريا لتحولت إلى بكتيريا مرضية Pathogenic تستهلك نيتروجين من النبات ، بدلا من تثبيته من الجو.

تبدأ العقد فى مد النبات بالنيتروجين إبتداء من اليوم الخامس عشر، رغم أنه يمكن رؤيتها ابتداء من اليوم التاسع للاصابة بالبكتيريا . وقد لاتتجاوز الفترة النشطة من حياة العقدة أكثر من ٤ أسابيع ، ولكن تكوين العقد يستمر ربما حتى المراحل المتأخرة من نضج البذور، و يستفيد النبات من جزء من النيتروجين المثبت مباشرة عندما يكون التثبيت بسرعة أكبر من حاجة البكتيريا بالعقد ، أوقد يتسرب النيتروجين الزائد إلى التربة ، ثم يمتصه النبات . وفى هذه الحالة .. فإن النيتروجين المتسرب يكون فى صورة بيتا ــ آلانين B-alanine أو حامض أسبارتيك aspartic acid . وقد يحصل النبات على النيتروجين بعد موت الخلايا البكتيرية فى الجذور، أو أن البكتيريا تفرز مواد أزوتية ذائبة فى سيتوبلازم خلايا الجذر. وطبيعى أن حرث النبات نفسه فى التربة ، وتحلل العقد والنبات بما فيه من أزوت يعمل على توفير هذا العنصر للمحاصيل التالية فى الزراعة (Millar وآخرون ١٩٦٥ ، Devlin ١٩٧٥ ، Cobley وآخرون ١٩٧٦ ، Smartt ١٩٧٦) .

و يتأثر تثبيت أزوت الهواء الجوى فى العقد الجذرية بكل من : الحديد ، والكوبالت ، والموليبدنم ، والكالسيوم . فالحديد يدخل فى تركيب صبغة اللجهيموجلوبين ، والكوبالت جزء أساسى

من فيتامين B_{12} ، وهو مركب ربما يكون له دور فى تكوين الصبغة . والموليبدنم عبارة عن مرافق إنزيمى يعمل كمستقبل ومعط للأليكترونات أثناء اختزال النيتروجين إلى أمونيا . أما الكالسيوم .. فيؤدى نقصه إلى نقص تثبيت أزوت الهواء الجوى ، وربما يرجع ذلك إلى التأثير السلبى لنقص الكالسيوم على اختزال النيتروجين فى العقدة .

النضج والحصاد

يتوقف موعد النضج المناسب للحصاد ، وطريقة الحصاد على الغرض الذى يزرع من أجله المحصول كما يلى :

أولا : البسلة التى تزرع لأجل البذور الخضراء :

من أهم علامات وصول القرون إلى طور النضج المناسب للحصاد مايلى :

١ ــ امتلاء القرون ونمو البذور بصورة جيدة ــ وهى مازالت غضة ــ بحيث يؤدى الضغط عليها إلى دهكها دون أن تنزلق الفلقتان .

٢ ــ بدء تحول البذور من اللون الأخضر القاتم إلى الأخضر الفاتح .

٣ ــ الاعتماد على قراءة جهاز التندرومتر tendrometer ، وهو جهاز يقدّر درجة صلابة البذور الخضراء ــ بقياس مقدار الضغط اللازم لدفع حجم معلوم من البذور من خلال شبكة قياسية standard grid ــ وترتبط جودة البذور ونسبة السكر بها ارتباطًا وثيقًا مع قراءة الجهاز كما هو مبين فى جدول (٣ ــ ٨) ، حيث تزداد الجودة مع انخفاض القراءة ، و يصاحب ذلك انخفاض المحصول ، ولكن يزيد سعر البيع . وعندما تتراوح قراءة الجهاز من ٩٠ ــ ٩٥ ٪ .. فإن ذلك يعنى أن المحصول يقل عما يمكن الحصول عليه بمقدار ٢٥ ٪ (Shoemaker ١٩٥٣) .

جدول (٣ ــ ٨) : قراءة جهاز التندرومتر tendrometer للرتب المختلفة من بذور البسلة الخضراء .

الرتبة		القراءة
فاخرة جدًا	extra fancy	١٠٠
فاخرة	fancy	١٠٠ ــ ١١٥
فوق القياسية	extra standard	١١٦ ــ ١٣٠
القياسية	standard	١٣١ ــ ١٥٠
تحت القياسية	substandard	١٥٠