ثانيا: أسمدة تضاف بعد الزراعة:

تتوقف كميات الأسمدة التى تضاف بعد الزراعة ومواعيد إضافتها على الطريقة المتبعة فى رى المحصول، كما يلى:

١ – فى حالة الرى بالغمر:

تسمد حقول السبانخ بعد الإنبات بنحو ٣٠ كجم N، و ٣٠ كجم K_2O للفدان تستخدم نترات الأمونيوم كمصدر للنيتروجين، بينما تستعمل سلفات البوتاسيوم كمصدر للبوتاسيوم. تضاف هذه الأسمدة نثرًا بين خطوط الزراعة، على ثلاث دفعات متساوية بعد ٢، و ٤، و ٦ أسابيع من الإنبات، كذلك تحتاج حقول السبانخ إلى رشة أو رشتين بالأسمدة الورقية المحتوية على العناصر الدقيقة بعد ٣، و ٥ أسابيع من الإنبات.

وإذا حشت حقول السبانخ ثم تركت لتجدد نموا تها .. فإنه تلزم إضافة نصف كميات الأسمدة السابقة (أى ١٥ كجم N، و ١٥ كجم K_2O للفدان) بعد كل حشة، مع إعطاء النباتات رشة بالأسمدة الورقية بعد أن تبدأ فى تجديد نموا تها. أما الفوسفور الإضافى .. فيفضل أخذه فى الحسبان ضمن الأسمدة التى تضاف قبل الزراعة، ويكون ذلك بمعدل حوالى ١٠ كجم P_2O_5 مقابل كل حشة إضافية بعد الحشة الأولى.

٢ – فى حالة الرى بالرش:

تعطى السبانخ بعد الإنبات – فى حالة الرى بالرش – برنامجًا للتسميد مماثلاً لما سبق بيانه فى حالة الرى بالغمر، ولكن مع زيادة كميات الأسمدة الموصى بها بنسبة ٣٠٪ وتوزيعها على دفعات أسبوعية بداية من بعد الإنبات بأسبوعين.

الفسيولوجى

فسيولوجيا إنبات البذور

يقل إنبات بذور السبانخ كثيرًا فى الحرارة التى تزيد عن ٢٥°م. وقد أدى غمر البذور فى حامض كبريتيك مركز ٣٦ عيارى لمدة ٣٠ دقيقة أو ١٨ عيارى لمدة ٦٠ أو ١٢٠ دقيقة إلى زيادة نسبة الإنبات النهائية على ٢٥°م إلى ٨٠–٩٥٪، مقارنة بحوالى ٣٠٪ فى البذور التى نقعت فى الماء. كذلك أدى تجريح الجدار الثمرى الخارجى pericarp إلى زيادة نسبة إنبات البذور. وعلى حرارة ٣٠°م أدت معاملات الحامض إلى

تحسين نسبة الإنبات إلى حوالى ٥٠٪، كما أدت معاملة الحامض ثم معاملة النقع فى محلول من البوليثيلين جليكول ٦٠٠٠ ذات ضغط أسموزى - ١,٣ ميجا باسكال لمدة أسبوع على ١٠°م .. أدى ذلك إلى زيادة إنبات البذور - حتى على ٣٠°م - إلى أكثر من ٨٠٪ فى خلال ٨ أيام من الزراعة فى ٦ أصناف من السبانخ، وكانت المعاملة بالبوليثيلين جليكول منفردة أقل فاعلية. وقد أظهر فحص البذور بالمجهر الإليكترونى أن المعاملة بالحامض أزالت طبقة الأديم من الغلاف الثمرى الخارجى وأن الطبقة الخارجة احتوت على نقر بلغ قطر بعضها عند القاعدة ١-٢ ميكروميتر (Masuda & Konisihi ١٩٩٣).

يبدأ تثبيط إنبات بذور السبانخ عند حرارة ثابتة تزيد عن ٢٠°م، ويتوقف الإنبات عند ٣٥°م. ويؤدى تفاوت الحرارة بين ٣٠°م نهارًا، و ١٥°م ليلاً (لمدة ١٢ ساعة فى كل فترة) إلى زيادة الإنبات عما فى حرارة ثابتة مقدارها ٣٠°م. وقد تفاوتت أصناف السبانخ فى مدى تأثر إنبات بذورها فى الحرارة العالية. وفى جميع الحالات .. احتفظت البذور بقدرتها على الإنبات عندما نقلت إلى حرارة أقل. وقد تبين أن الغلاف الثمرى الخارجى (البيريكارب) كان هو المسئول عن عدم إنبات البذور فى الحرارة العالية، حيث أدت إزالته إلى إنبات البذور بنسبة حوالى ٩٠٪ فى ٣٠°م. وربما شكل البيريكارب عائقًا فيزيائيًا وكان مصدرًا لمثبطات الإنبات أثناء استنبات البذور فى الحرارة العالية (Leskovar وآخرون ١٩٩٩).

ومن المعاملات الأخرى التى تفيد فى تحسين إنبات البذور نقعها فى محلول من أى من هيبوكلوريت الصوديوم، أو فوق أكسيد الأيدروجين، حيث تؤدى أى من المعاملتين إلى إضعاف الغلاف الثمرى وتحسين تبادل الغازات، كما تؤدى إلى أكسدة مثبطات الإنبات فى الغلاف الثمرى.

ويفيد مجرد نقع البذو فى الماء على حرارة ٣٠°م فى تخليص الغلاف الثمرى من بعض مثبطات الإنبات؛ ومن ثم تحسين إنباتها. وقد أدى تَشَرُّب البذور العادية بهذا المنقوع إلى ضعف إنباتها مقارنة بتلك التى تشربت بالماء.

ونجد فى الحرارة العالية أن الأكسجين ينخفض مستواه فى الماء الذى تستنبت فيه البذور فى الوقت الذى يزداد فيه نشاط الجنين وحاجته من الأكسجين.

وقد تؤدى المعاملة بفوق أكسيد الأيدروجين إلى توفير الأكسجين للجنين، حيث يقوم إنزيم الكتاليز فى البذور بتحويل H_2O_2 إلى أكسجين وماء.

وقد أوضحت دراسات Katzman وآخرون (٢٠٠١) على أربعة أصناف من السبانخ أن أعلى نسبة إنبات حصل عليها كانت عندما نقعت البذور فى محلول من هيبوكلوريت الصوديوم NaOCl بتركيز ٠,٥٪ لمدة ٤ ساعات ثم نقعها فى الماء لمدة ١٥ ساعة، أو نقعها فى الماء فقط، ولكن تجانس الإنبات كان أفضل ما يمكن عندما إزيل الغلاف الثمرى (decoating)، وخاصة عندما أجرى الإنبات على ٣٠°م وعلى الرغم من ذلك فإن نسبة الإنبات النهائية على ٣٠°م كانت أعلى فى معاملة هيبوكلوريت الصوديوم حيث بلغت ٩٤٪ مقارنة بنسبة إنبات ٦٩٪ فى معاملة إزالة الغلاف الثمرى ولذا أوصى الباحثون بمعاملة النقع فى هيبوكلوريت الصوديوم عندما تكون الزراعة فى حرارة عالية، وبمعاملة إزالة الغلاف الثمرى عندما تكون الزراعة فى ١٨°م حيث تعمل على زيادة تجانس الإنبات

التأثير الفسيولوجى لدرجة الحرارة

الحرارة العالية

درس Lee وآخرون (١٩٩٨) تأثير درجة حرارة المحلول المغذى للسبانخ النامية فى مزرعة مائية عندما كانت حرارة الهواء ثابتة عند ٣٣°م. أدى رفع حرارة المحلول المغذى إلى أكثر من ٢٦°م إلى تثبيط النمو الجذرى وزيادة محتوى النباتات من السكريات وفى حرارة محلول مغذى ٣٠°م نهارًا مع ٢٠°م ليلاً كان النمو الجذرى وامتصاص العناصر جيدين، ولكن لم يكن لخفض درجة حرارة المحلول المغذى ليلاً فائدة عندما كانت حرارته نهارًا ٣٤°م

الحرارة المنخفضة

تزداد قدرة السبانخ على تحمل حرارة التجمد لدى أقلمتها على حرارة منخفضة (٥°م نهارًا مع ٢°م ليلاً)، كما تُفقد تلك الأقلمة لدى تعرضها للحرارة المرتفعة (٢٠°م نهارًا مع ١٧°م ليلاً)، وتحدث كلاً من الأقلمة acclimation وفقد الأقلمة deacclimation بسرعة

كبيرة فى كل الأصناف، ولكن يتفاوت المدى فى زيادة القدرة على تحمل التجمد بين درجتين وأربع درجات مئوية - بعد يوم واحد من التعرض لظروف الأقلمة - باختلاف الأصناف. ويحدث أكبر تغير فى القدرة على تحمل التجمد خلال الأيام الثلاثة الأولى من الأقلمة، ويقل هذا التغير (تقل الزيادة فى التأقلم) سريعًا بعد ذلك إلى أن ينعدم تقريبًا بعد ١٤ يومًا من الأقلمة. ولدى التعرض لظروف فقد الأقلمة تفقد النباتات الكاملة الأقلمة بين ثلاث وخمس درجات مئوية من القدرة على تحمل حرارة التجمد فى خلال يوم واحد، ولا يحدث مزيد من الفقد فى خاصية تحمل حرارة التجمد بعد اليوم الثالث من التعرض لظروف فقد الأقلمة (Fennell & Li ١٩٨٧).

فسيولوجيا الإزهار

اكتشف Garner و Allard عام ١٩٢٠ أن نباتات السبانخ تتجه نحو الإزهار فى النهار الطويل. ودراسات Knott على السبانخ عام ١٩٣٤ هى التى أوضحت أن الأوراق هى العضو النباتى الذى يستقبل تأثير الفترة الضوئية على الإزهار. وتبين من دراسات Magruder و Allard عام ١٩٣٧ وجود اختلافات كبيرة بين أصناف السبانخ فى استجابتها للفترة الضوئية. ويرجع إلى Knott - عام ١٩٣٩ - الفضل فى اكتشاف العلاقة بين الفترة الضوئية، ودرجة الحرارة فى التأثير على الإزهار فى السبانخ، حيث توصل من دراسته إلى النتائج التالية:

١ - كان الإزهار أكثر تبكيرًا فى النباتات التى عرضت لمدة شهر لحرارة ١٠-١٦°م عما فى النباتات التى عرضت للمدة ذاتها لحرارة ١٦-٢١°م، أو ٢١-٢٧°م.

٢ - أدى تعريض النباتات لدرجة حرارة ٤-١٠°م، مع فترة ضوئية مقدارها ١٥ ساعة إلى إزهارها بسرعة كبيرة، عندما نقلت بعد ذلك لدرجة حرارة أعلى مع نفس الفترة الضوئية، وازدادت سرعة الإزهار مع ارتفاع درجة الحرارة التى نقلت إليها النباتات.

٣ - تأثير معدل نمو الشمراخ الزهرى بالفترة الضوئية بدرجة أكبر من تأثره بدرجة الحرارة (عن Piringer ١٩٦٢).

وقد وجد Parlevliet (١٩٦٧) أن نمو الساق والإزهار يتأثران كميًّا بالفترة الضوئية فى

معظم الأصناف، إلاّ أن احتياج بعض الأصناف كان مطلقا للفترة الضوئية الطويلة حتى تزهر. كما وجد أن تعريض النباتات لدرجة حرارة منخفضة تراوحت بين ٢ و ٨°م .. أدى إلى إسراع نمو الساق، والإزهار، وإمكان تهيئة النباتات للإزهار فى فترة ضوئية أقصر. كذلك أدى خفض شدة الإضاءة إلى خفض الفترة الضوئية اللازمة لتهيئة النباتات للإزهار، وكان هذا التأثير أقوى فى الأصناف المتأخرة. وقد كان تأثر السبانخ بكل من الحرارة المنخفضة، والفترة الضوئية فى أية مرحلة من نموها، أى أنها لا تمر بفترة حداثة Juvenile Period.

ويلخص Yamaguchi (١٩٨٣) العوامل المؤثرة فى إزهار السبانخ فيما يلى:

١ – تعد السبانخ من نباتات النهار الطويل من حيث الإزهار، وتتراوح الفترة الضوئية الحرجة بين ١٢ ١/٢ و ١٥ ساعة حسب الصنف.

٢ – عندما تكون الفترة الضوئية أطول من الفترة الحرجة .. فإن الحرارة العالية تؤدى إلى إسراع نمو الشمراخ الزهرى.

٣ – تزداد سرعة الإزهار مع زيادة طول الفترة الضوئية، وتعد النباتات الأكبر عمرًا أكثر حساسية للفترة الضوئية من النباتات الأصغر.

٤ – يحدث أسرع إزهار عند تعريض النباتات لدرجة حرارة منخفضة، ثم لدرجة حرارة مرتفعة، مع فترة ضوئية طويلة.

٥ – يؤدى تزاحم النباتات إلى سرعة اتجاهها نحو الإزهار.

ويعد الصنفان: البلدى، والسالونيكى من أسرع الأصناف فى الإزهار، وهما ليسا بحاجة إلى معاملة الحرارة المنخفضة حتى يزهرا، بينما تحتاج أصناف أخرى – مثل: لونج ستاندنج، وفايكنج، وكنج أوف دانمرك – إلى التعرض للحرارة المنخفضة حتى تزهر فى النهار الطويل، لذا فإنها تتأخر فى الإزهار.

وتتوفر المقاومة للحنبطة فى أصناف، مثل: Tyce، و Olympia، و Skookum، و Bejo 1369، و Splendor، و Coho.

وفى اليابان – حيث انتشرت مؤخرًا زراعة وإنتاج السبانخ فى المزارع المائية – تتم الزراعة بطريقة الشتل، بما يسمح بإنتاج الشتلات فى ظروف مغايرة لتلك التى ينتج

فيها المحصول. وقد وجد Kim وآخرون (٢٠٠٠) أن تعريض النباتات أثناء نموها فى المشتل لفترة إضاءة قصيرة (٨ أو ١٢ ساعة يوميًا) أخّر الإزهار والحنبطة عندما نقلت النباتات لفترة إضاءة طويلة (متوسط ١٥ ١/٢ ساعة يوميًا) وحرارة عالية (١٧°م للحرارة الدنيا، و ٣٧°م للحرارة العظمى) بعد ذلك؛ بما يسمح بإنتاج محصول اقتصادى من السبانخ فى ظروف مهيئة للإزهار ومحفزة له.

وفى دراسة أخرى وجد أن النمو الخضرى وقت الشتل كان كبيرًا فى ظروف الفترة الضوئية الطويلة بسبب زيادة قدرة النباتات على البناء الضوئى تحت تلك الظروف، كما كانت الاستجابة للفترة الضوئية الطويلة – من حيث تهيئة النباتات للإزهار – كمية، وكانت الفترة الضوئية الحرجة للتهيئة للإزهار أطول من ١٣ ساعة وأقل من ١٥ ساعة. وقد أعطت النباتات التى نمت فى فترة ضوئية أطول – أثناء إنتاج شتلاتها – سيقانًا زهرية أطول عند حصادها. كذلك أدت الفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية بعد الحصاد – أو أى منهما منفردة – إلى تحفيز استطالة السيقان الزهرية. وأدى إنتاج الشتلات فى فترة ضوئية أقل من الفترة الحرجة للتهيئة للإزهار إلى تقليل استطالة السيقان الزهرية، حتى حينما زرعت النباتات فى ظروف فترة ضوئية طويلة وحرارة عالية لمدة أسبوعين بعد الشتل (Chun وآخرون ٢٠٠٠).

وقد تبين أن التأخير الذى يحدث فى الإزهار عندما تتعرض الشتلات لفترة ضوئية قصيرة يكون مرده إلى تأخير التهيئة للإزهار، وليس إلى ضعف النمو الخضرى تحت تلك الظروف (Chun وآخرون ٢٠٠١).

التحول الجنسى

يُعَبَّر عن الجنس فى السبانخ – مورفولوجيًا – بصورة مرنة، حيث يمكن أن تتحول النباتات من حالة ثنائية الجنس dioecy إلى حالة الـ andrmonoecy (حمل أزهار مذكرة مع نسبة قليلة من الأزهار الخنثى)، وحالة الـ gynomonoecy (حمل أزهار مؤنثة مع نسبة قليلة من الأزهار الخنثى) بتأثير الإكثار عن طريق زراعة الأنسجة، والمعاملة بحامض الجبريلليك. ففى إحدى الدراسات كانت جميع النباتات التى أنتجت من نباتات أنثى بطريقة زراعة الأنسجة مؤنثة، بينما تضمنت تلك التى نتجت من إكثار

نباتات مذكرة نباتات andromonoecious بنسبة ١٣,٢٪ في الصنف Jiromaru، و ٥,٤٪ في الصنف Nippon. وباستمرار الإكثار عن طريق مزارع الأنسجة في الصنف Jiromaru أعطت النباتات التي كان قد حصل عليها من نباتات مؤنثة نباتات gynomonoecous بنسبة وصلت إلى ٦٣,٧٪ بينما أعطت ١١,٨-٥٤,٩٪ من تلك التي كان قد حصل عليها من نباتات مذكرة نباتات andromonoecous. وأدت معاملة المزارع بحامض الجبريلليك إلى زيادة حالة الـ andromonoecy (Komai وآخرون ١٩٩٩).

محتوى الكاروتين

تبين أن محتوى السبانخ من البيتاكاروتين ينخفض جوهريًّا عند الفجر، ثم يزداد ويبقى عاليًا نسبيًّا حتى الغَسَق؛ ولذا يوصي بعدم إجراء الحصاد مبكرًا في الصباح حينما يكون مستوى البيتاكاروتين منخفضًا (Oyama وآخرون ٢٠٠٠).

المحتوى البروتيني

أمكن زيادة نسبة البروتين في أوراق السبانخ بزيادة مستوى التسميد الآزوتي. وقد كان ذلك مصحوبًا بنقص في محتوى الأوراق من الحامض الأميني مثيونين methionine، ومن ثم .. انخفضت نوعية البروتين؛ لأنه من الأحماض الأمينية الضرورية (Arthey ١٩٧٥)

محتوى الأوكسالات

تباينت أصناف السبانخ في محتوى أوراقها من حامض الأوكساليك الذائب؛ حيث تراوح - على سبيل المثال - بين ٥٦٠ مجم/١٠٠جم وزن طازج في الصنف Lead، و ٧٤٠ مجم في الصنف Magic، كما تباينت نسبة حامض الأوكساليك الذائب إلى الكلي من ٠,٨٠٠ إلى ٠,٨٧١ في الصنفين على التوالي (Watanabe وآخرون ١٩٩٤). وعموما .. فإن محتوى الأوراق من الأوكسالات ينخفض في الأصناف السريعة النمو مقارنة بالأصناف البطيئة النمو، على الرغم من عدم وجود ارتباط بين معدل النمو النسبي للأوراق ومحتواها من الأوكسالات (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).

وينخفض تركيز محتوى أوراق السبانخ من الأوكسالات كلما بعدت الورقة عن قاعدة

النبات، وتتباين الأصناف فى شدة هذا الانخفاض، فهو - على سبيل المثال - يكون شديدًا فى الصنفين Okame، و Kyoho، ولكنه يكون قليلاً فى الصنف Virofly (Okutani & Sugiyama ١٩٩٤)، كما ينخفض المحتوى جوهريًا بزيادة الوزن الطازج للأوراق؛ ومن ثم يختلف المحتوى باختلاف الحشّات (Hirooka & Sugiyama ١٩٩٢).

ويرتبط محتوى السبانخ من حامض الأوكساليك سلبيًا - بصورة جوهرية - مع نسبة الساق فى النباتات التى يتم حصادها بمختلف الأصناف، ويرتبط إيجابيًا بمحتوى الأوراق من الكلوروفيل وبمدى دكنة لونها الأخضر، علمًا بأن دكنة اللون الأخضر ترتبط إيجابيًا - كذلك - بالمحتوى الكلوروفيللى (Grevsen & Kaack ١٩٩٦).

ويزيد محتوى أوراق السبانخ من حامض الأوكساليك بزيادة التسميد البوتاسى والنيتروجينى، ويقل بزيادة مستوى التسميد الفوسفاتى (Regan وآخرون ١٩٦٨). كما يزيد تركيز حامض الأوكساليك بانخفاض درجة الحرارة (Ryder ١٩٧٩).

كما وجد أن محتوى الأوكسالات الكلى والذائب انخفضا بزيادة نسبة الأمونيوم إلى النترات فى المحلول المغذى (Ota & Kagawa ١٩٩٦).

وكان للأسمدة البطيئة التيسر تاثيرًا جيدًا على محتوى الأوراق من الأوكسالات، حيث انخفض محتوى حامض الأوكسالات عندما سمدت النباتات باليوريا المغطاة بالكبريت، أو بسلفات الأمونيوم المغطاة بالكبريت مقارنة بمحتواها عندما كان التسميد بسلفات الأمونيوم العادية (Takebe وآخرون ١٩٩٦).

وأدى تظليل النباتات بنسبة ٣٠٪ أو ٥٠٪ من الإنبات حتى الحصاد إلى نقص محتوى السبانخ من كل من الأوكسالات وحامض الأسكوربيك (Nakamoto وآخرون ١٩٩٨).

كذلك ازداد تركيز حامض الأوكساليك مع الانخفاض فى درجة الحرارة (عن Ryder ١٩٧٩).

هذا .. وبينما لا يؤثر حامض الأوكساليك تأثيرًا يذكر على ضبط الضغط الأسموزى فى

النبات، فإن أوكسالات البوتاسيوم تلعب دورًا رئيسيًّا فى هذا الشأن (Sugiyama وآخرون ١٩٩٩).

محتوى النترات

يعتبر المحتوى المرتفع من النترات فى غذاء الإنسان سامًّا له، وذلك لأن أيون النترات يؤدى – لدى وصوله إلى الدم – إلى تحويل أيون الحديدوز الموجود بهيموجلوبين الدم إلى أيون الحديديك، فيتكون نتيجة لذلك مركب مثموجلوبين methmoglobin الذى لا يمكنه نقل الأكسجين. يوجد هذا المركب بصورة طبيعية فى دم الأفراد الأصحاء بنسبة تصل إلى ١٪ من الهيموجلوبين الكلى فى البالغين، و ٤٪ فى الأطفال حديثى الولادة، و ٦٪ فى صغار الأطفال المصابين بأمراض الجهاز التنفسى. تتحول هذه الكميات البسيطة – إنزيميًّا – إلى هيموجلوبين بصورة تدريجية، ولكن زيادة نسبة المثموجلوبين عن الحدود المشار إليها تؤدى إلى تراكمة بمعدلات غير طبيعية. ويزداد الضرر فى الأطفال الحديثى الولادة عنه فى الأطفال الأكبر، أو البالغين.

وقد وجدت اختلافات وراثية بين أصناف السبانخ، والخس، والفجل، والفاصوليا الخضراء فى محتواها من النترات. وتعد السبانخ أكثر الخضروات احتواءً على النترات، خاصة فى أعناق الأوراق التى يزيد محتواها من النترات عن عدة أضعاف من محتوى الأنصال. ويعنى ذلك أن التخلص من أعناق الأوراق عند إعداد السبانخ للطهى، أو للتصنيع يؤدى إلى التخلص من جزء كبير من النترات (Maynard وآخرون ١٩٧٦).

وقد تراوحت نسبة النترات فى أوراق ثلاثة أصناف من السبانخ من ٠,٠٤٥٪ إلى ٠,١٧٪ على أساس الوزن الجاف. وعلى الرغم من التفاوت الكبير المشاهد بين الأصناف فى محتواها من النترات .. إلا أن المستوى يعد منخفضًا – بوجه عام – ولا يمكن أن يضر الشخص البالغ (Barker وآخرون ١٩٧٤، Maynard & Barker ١٩٧٤).

وتراوح تركيز النترات فى الأوراق الطازجة لصنفين من السبانخ بين ٢٤٠٠، و ٢٥٠٠ جزء فى المليون (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

وفى محاولة لمعرفة طبيعة الاختلافات بين الأصناف فى قدرتها على تراكم أيون

النترات بها .. وجد Olday وآخرون (١٩٧٦) أن نشاط إنزيم نترات رد كتيز NO_3^- reductase كان أقل فى الصنف أميركا مما فى الصنف هجين ٤٢٤ Hybrid 424، علمًا بأن النترات تتراكم فى جذور الصنف الأول وأوراقه بدرجة أكبر مما فى الصنف الثانى.

ويرتبط محتوى نباتات السبانخ من النترات - إيجابيًا - بصورة جوهرية - بنسبة الساق - فى النباتات التى يتم حصادها من مختلف الأصناف، ولكنه لا يرتبط بدرجة تجعد الأوراق (Grevsen & Kaack ١٩٩٦).

وتتراكم النترات فى السبانخ مع زيادة التسميد الآزوتى، وفى الضوء عنه فى الظلام، وفى الأيام المشمسة عنه فى الأيام الملبدة بالغيوم.

وعلى الرغم من ازدياد محتوى أوراق السبانخ من كل من النترات nitrate والنتريت nitrite مع زيادة مستوى التسميد الازوتى، فإن مستواهما ظلّ فى الحدود الآمنة التى تحددها بعض الدول. وأدى استعمال المصادر العضوية للنيتروجين إلى إنتاج أفضل نوعية من السبانخ بأقل محتوى من النترات (Martinetti ١٩٩٥).

وقد حاول Mills وآخرون (١٩٧٦) التوصل إلى مستوى التسميد الآزوتى، الذى يعطى أكبر محصول مع أقل نسبة ممكنة من أيون النترات، واستخدموا فى هذه الدراسة الصنف أميركا America، الذى تتراكم فيه النترات بدرجة عالية، وكانت نتائجهم كما يلى:

١ - كان تراكم النترات فى الأوراق أقل عندما استعملت سلفات النشادر كمصدر للآزوت، عما كانت عليه الحال عند التسميد بنترات البوتاسيوم. وكان ذلك مصحوبًا - أيضًا - بنقص فى المحصول، وربما كان ذلك بسبب تسمم النباتات بأيون الأمونيا من جرّاء زيادة التسميد النشادرى.

٢ - أدت المعاملة بالنيترابيرين nitrapyrin - وهو مركب مثبط لعملية النترسة Nitrification Suppressor - إلى نقص كبير فى محتوى الأوراق من النترات. وكان ذلك مصاحبًا بنقص فى المحصول الكلى عندما استعملت سلفات النشادر كمصدر للآزوت. ولكن لم تكن للمعاملة أى تأثير على تراكم النترات، وكان تأثيرها على المحصول قليلاً عندما كان التسميد بنترات البوتاسيوم.

٣ – تحققت أفضل النتائج لدى إضافة نصف الآزوت فى صورة أمونيا، والنصف الآخر فى صورة نترات، حيث تساوى المحصول فى هذه الحالة مع إضافة الآزوت كله فى صورة نترات فقط، وكان ذلك مصحوبًا بنقص تراكم النترات بنسبة ٣٥٪ فى حالة عدم المعاملة بالنيترابيرن، وبنسبة ٥٠٪ عند المعاملة به. كما لم تكن لمعاملة النيترابيرن أى تأثير سلبى على المحصول

وقد أدت زيادة قوة المحلول المغذى للسبانخ فى مزرعة مائية إلى ٥ ديسى سيمنز/م dS/m إلى زيادة الوزن الطازج للأوراق جوهريًا. وبينما لم تؤثر زيادة تركيز العناصر الكبرى (النيتروجين، أو الفوسفور، أو البوتاسوم) فى النمو، فإن إضافة ملح كلوريد الصوديوم إلى المحلول المغذى بقوته القياسية (٢,٣ ديسى سيمنز/م) حفزت النمو النباتى بدرجة توقفت على الرطوبة النسبية، وحدثت أفضل معدلات نمو عند إضافة كلوريد الصوديوم بتركيز جرامين/لتر عند رطوبة نسبية ٧٥ ± ٥٪، أو بتركيز جرام واحد/ لتر عند رطوبة نسبية ٦٠ ± ٥٪. وقد كان فقد الرطوبة من الأوراق بعد الحصاد أعلى فى نباتات الكنترول عما فى تلك التى نمت فى وجود كلوريد الصوديوم هذا ولم تؤثر المعاملة بكلوريد الصوديوم على محتوى أوراق السبانخ من أى من أيونى الأوكسالات أو النترات (Masuda & Momura ١٩٩٧).

الحصاد والتداول والتخزين

النضج والحصاد

يمكن حصاد نباتات السبانخ فى أى وقت، بداية من مرحلة نمو ٥–٦ أوراق إلى ما قبل إزهارها مباشرة، ويزداد المحصول كلما تركت النباتات لتكبر فى الحجم. ولكن يجب أن يجرى الحصاد – دائمًا – قبل بداية نمو الشمراخ الزهرى، وإلا فقدت النباتات قيمتها التسويقية ويكون الحصاد عادة بعد شهر ونصف إلى شهرين ونصف من الزراعة

هذا . ويصرح فى بعض الولايات المتحدة الأمريكية برش نباتات السبانخ بحامض الجبريلليك قبل الحصاد لتسهيل عملية الحصاد، وزيادة المحصول، وتحسين نوعيته.