تجمع نیترات در گیاهان وسمیت آن برای جانوران[1]

از: م . رایت وک . دیویس

ترجمه:

دکتر غلامحسین حق نیا ــ دکتر عوض کوچکی[2]

فهرست مطالب

مقدمه
شناسائی نیترات بعنوان یک عامل سمی
تجمع نیترات در گیاهان
الف: واکنشهای سوخت و سازی نیترات
ب: عوامل داخلی مؤثرتر بر تجمع نیترات
ج: عوامل خارجی مؤثر بر تجمع نیترات
تلفات نیترات بعد از برداشت محصول
سمیت نیترات برای حیوانات
الف: نشخوارکنندگان در مقایسه باغیر نشخوارکنندگان
ب: اثر بر سیستم عروق
ج: انواع مسمومیت ها
د: خطرات بالقوه نیترات برای انسان
نتایج
مراجع

قسمت اول: تجمع نیترات در گیاهان

مقدمه

یون فراوان ومتحرک نیترات در سوخت و ساز گیاهان عالی دارای اهمیت بسیار است .نیترات شکل غذائی اصلـــی ازت در اکثر خاکها است و اغلب اولین عامل محدود کننده رشد گیاهی بشمار میرود . در بسیاری از موارد بلافاصله پس از جذب مورد استفاده قرار گرفته و غلظت آن در داخل بافتهای گیاهی هرگز به بیش از چند صد قسمت در میلیون نمیرسد .

در طی سه چهارم قرن گذشته ، اغلب مشاهده شده استکه نیترات به غلظتهای زیاد درداخل گیاهان تجمع کرده و نتایج خطرناکی برای حیواناتی که با این گیاهان تغذیـــه می‌شوند دارد .انسان و حیواناتی که در مجاورت فرآورده های تجزیه گازی آن قرارمیگیرند نیز در معرض خطر قرار گرفته اند . با درنظرداشتن پراکندگی یون نیترات دردنیاهیچ جای تعجب نیست که حالاتی از این قبیل را که در بسیاری از نقاط دنیـا اتفاق افتاده است مشاهده نمود .لیکن حالات مذکور در نواحی

۱ــ از مجلهAdvances in Agronomy شماره ۱۶ صفحه ۱۹۷ تا ۲۴۷ .

۲ــ اعضاء هیات علمی گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی .

جغرافیائی بخصوصی تمرکز یافته و مبین آنست که شرائط محلی در تجمع بیش از حد معمول نیترات سهم عمده ای دارد .

مشاهده شده است که در کشاورزی غذاهائی کمحاوی مقدار زیاد نیترات باشند برای گاو ، گوسفند و سایر دامهـــا تولیدمسمومیت حاد میکند (مرگ ، ضعف ، سقط جنین) .مواردی ازمسمومیت مزمن نیز گزارش شده است . در مراتع حاوی نیترات زیاد گازهای متصاعد شده از خاکها باعث صدمه بدامها یا مرگ آنها شده است . منابع آب آلوده به نیترات در مسموم کردن حیوانات سهیم بوده و یا کاملا " علت آن بوده اند .

بهداشت و سلامت انسان نیز بهمین طریق در خطـر بوده استو در برخی موارد بعلت گازهای حاصلهاز سیلو یـــا آلودگی منابع‌آب مرگ و میر زیادی تولید شده است . هیچگونه گزارشی در مورد مقادیر کشنده نیترات در مواد گیاهی ، که از طریق تغذیه مستقیم برای انسان حادث شده باشد ، وجـــود ندارد واحتمالا " تغذیه مواد گیاهی برای انسان تلفاتی ایجاد نمی‌کند .

عامل اکثر تحقیقاتی که تابحال روی تجمع نیتـــرات وسمیت آن انجام شده است زیانهای اقتصادی سنگین حاصل از آن بوده است . نوشته های علمی که در این زمینه وجود دارد شامل مطالعاتی‌روی مقدار نیترات در گیاهان و گزارش هائی در مورد عکس‌العمل دامهانسبت به مقادیر مشخص نیترات‌یانمکهای نیترات می‌باشد . از نتایج این بررسی ها در مراکز تحقیقاتی متعددبرای‌محدود نمودن خطرات‌مربوطه توصیه هائی‌نموده‌اند . تحقیقات اخیر در دو مسیر اصلی هدایت شده است : (۱) کوششهائی برای توضیح وجود مسمومیت مزمن نیترات ، (۲) کوششهائی برای از بین بردن فرآیندهائی که منجر به تجمع نیترات در گیاهان می‌شود . بطور کلی این بررسیها بطـــور فزآینده ای به سمت جنبه های فیزیولوژیکی و بیوشیمیائی سوق داده شده است .

این بررسی‌کوششی برای خلاصه نمودن دانش فعلی‌در زمینه مشکل تجمع‌نیترات درگیاهان و عواقب تغذیه نیترات یا نیتریت در حیوانات می‌باشد .در اینجا سعی براین نبـوده است‌که فیزیولوژی نیترات درگیاهان‌به نحوی که برستروم (۲۹) یامک‌کی (۱۰۹) انجام داده اند مرور شود . بویژه این که‌یـک مرور جامع می‌باشد . در اینجا به اختصار زیان های وارده بـه انسان بحث می‌گردد .

شناسائی نیترات به عنوان یک عامل سمی :

گزارش مایو(۱۱۱) در مورد مسمومیت تعـدادی از دامها در کانزاس در اثر تغذیه ساقه ذرت عموما " به عنوان معتبرترین و کامل ترین سندی است که می‌توان در زمینه سمیت نیترات بان رجوع کرد . توضیحاتی که نامبرده درباره علائـم ظاهری در حیوانات و نیز شرائطی که در آن گیاه روئیده شده داده است مشابه باموارد مشاهده شده در مناطق دیگرمی‌باشد .

مایو به این دلیل ذرت را انتخاب‌کرد که مشاهـده نموداین گیاه ازنظر نیترات پتاسیم‌غنی‌بوده و میتوان‌بلورهای فراوان نیترات پتاسیم را در محل اتصال برگ به ساقه، در محلهای بریدگی و نیز داخل ساقه ها ، مشاهده نمود . نظرمایو مبنی‌برآتش گرفتن ساقه هامانندجرقه بوسیله کبریت‌باآزمایشات بعدی نیز به اثبات رسید (۱) . ترن (۱۷۱) گزارش داد کـــه رگبرگ اصلی برگ شلغم محتوی حدود ۴ درصد ازت نیتراته بوده و در هنگام سوخت تولید انفجار نمود . دو عـــــدد از نمونه هائی که درآزمایش مایو کشنده بوده اند حاوی ۲/۶ و۳/۵ درصد ازت نیتراته * بودند . مایو بعداز مشاهده این

بلورها ، نیترات پتاسیم را به سه راءس گاو خورانید و هر سه تلف شدند .نامبرده به این نتیجه رسید که علائم ظاهری بعلت مسمومیت پتاس بوده است ولی سهوا " بروز مرگ‌بعلت قسمت کاتیون تشخیص داده شد . البته آزمایشاتی که چند دهه بعد انجام شد نشان دادند که کاتیون در این آزمایش بی اثر بوده است کرافورد (۴۲) .

ضررهای منسوب به نیترات ، آنطوری‌که توسط نمک هایش شناخته شده است ، باتحقیاتی که در طی سالهای ۱۹۲۰ تا ۱۹۳۰** (۲۳،۲۵) بعد از بروز مسمومیت ناشی از تغذیه کاه یولاف Oat hay Poisoning در مرکز تحقیقاتی ویومینک مشاهده گردید شروع شد . متعاقب این موضوع که سمیت ذرت خوشه ای بعلت گلوکسید سیانوژنتیک (Glycoside Cyanogenetic) می‌باشد کوششهای متعدد بی ثمری برای اثبات وجود سیانور در علوفه خشک انجام‌گردید (۱۱۹) .

براولی وهمکاران ثابت کردندکه علوفه خشک یا:صاره آن مسمومیتی شبیه مسمومیت کاه یولاف بوجود می‌آورد . ازاین مهمتر این محققین توسط آزمایشات اسپکتروسکپی وجود متموگلوبین (Methemoglobin)رادرخون حیوانات مسموم تشخیص دادند .مقادیرزیاد نیترات بویژه در صفرا و ادرار نیز ازطریق کالبد شکافی مشاهده گردید .تجزیه علوفه یولاف‌نشان

---

* ــ کشف‌بلورها باعث شد که محققین اولیه تجزیه ها را براساس درصد نیترات پتاسیم گزارش نمایند . اخیرا " برحسب درصد NO_3^- یا درصد ازت نیتراته گزارش می‌شود .

اکثریت ۳۶ پژوهشگر و نمایندگان صنعتی که در کنفرانس تجمع نیترات و مسمومیت در روزهای ۱۵ و۱۶ آوریل سال ۱۹۶۳ در شهر نیویورک شرکت کردند علاقمندی خود را برای استاندارد کردن گزارشها بشرح زیر اعلام داشتند . برای خوراکها و بافتها برحسب درصد ازت نیتراته ، برای محلولهای فیزیولوژیکی برحسب میلی موز در میلی لیتر در این مقاله از همین استانداردها استفاده‌خواهد شد . برای تبدیل ، ازت نیتراته به NO_3^- آنرا در ۴/۴۳ ضرب کنید و برای تبدیل ازت نیتراته به نیترات پتاسیم آنرا در ۷/۲۲ ضرب کنید .

در کارهای سم شناسی با نیترات استانداردهای بیشتر نیز مطلوب به نظر میرسد درگزارشهای جدید مربوط به کشورهای انگلیسی زبان از هیبرید ، یعنی گرم بر ۱۰۰ پاوند وزن بدن استفاده می‌شود از این متد نیز در اینجا استفاده خواهد شد . برای تبدیل گرم بر ۱۰۰ پوند به میلی گرم بر کیلوگرم ، آنرا در عدد ۲۲/۰۵ ضرب کنید .

** ــ اکثر محققین امریکائی برادلی و همکارانش را بعنوان کسانی می شناسند که برای اولین بار متموگلوبی نمیا (methemoglobinemia) را که در اثر تغذیه ایجاد شده بود کشف نمودند . لیکن لازم است که اولویت را بطور مناسب تر به ریمینگنسن و کوپن (۱۳۶) بخاطر مطالعاتشان در مورد مسمومیت حاصله از گیاه تریبولوس(Tribulus) در افریقای جنوبی تعلق داد .این روش تحقیقی را می‌توان در قالبی نسبتا " فشرده در مجله S.African J.Sci (1933) 30, 472-482 پیدا کرد . استین (۱۹۵) حتی به‌مراجع اولیه تر اشاره می‌کند ، لیکن در تحقیقات ظاهرا " به چاپ نرسیدن گرین در سال ۱۹۲۶ ملاحظه می‌شود که با خوراندن گونه تریبولوس(Tribulus sp.) بصورت مایع به گوسفند می‌توان متموگلوبی نمیا را تشخیص دهد .

دادکه‌قسمتهای‌فوقانی‌گیاه‌حاوی ۱/۰ درصدوساقه هـــــا ۰/۳۵ درصد و برگها ۰/۵۸ درصد ازت نیتراته بودند . محققیـــــن درویومینگ باخوراندن عصاره حاصل از آب یولاف ، محلولی‌از نیترات پتاسیم با قدرت‌معادل آن ، و عصاره ای از یولاف کـه ۷۰ درصد نیترات آن از طریق کریستالیزه‌کردن خارج شده بود ، به سه گوساله نشان داد که وجود نیترات زیاد عامـــل مسمومیت بوده است . تنهاگوسالهای که بان عصاره بدون‌نیترات داده شده بود زنده ماند و بقیه با علائم مشخص تلف شدند .

آزمایشاتی‌که درویومینگ و بعدا " در ساسکاچوان (۴۵) و جاهای دیگر صورت گرفت این نکته را روشن ساخت که نیترات موجود درگیاهان بعد از هضم توسط دام به نیتریت احیـــا می‌شود . نیتریت حاصله با هموگلوبین خون ترکیب گردیده و تولیدمتموگلوبین‌می‌نماید . در مواردی که اشتباها " مسمومیـت سیانورتشخیص داده شده باشد خوراندن نیتریت سدیم بعنوان پادزهر نه تنها آنرا تخفیف نمیدهد بلکه مسمومیت را تشدید می‌نماید . گرچه حیوانات توانستند مقادیر کمی متموگلوبیـــن را برای مدت طولانی تحمل کنند ولی وقتی درصد زیادی از هموگلوبین تبدیل شده باشد صدمات حاصله از کمبود اکسیژن می‌باشد . درکانادا درآزمایشی هنگام کالبد شکافی حیوانات مسموم بوی اکسیدهای ازت مشخص گردید . این خود نظریـــه احیای نیتراتْ را در مسمومیت ها تقویت می‌نماید .

درچند مورد ،احیای نیترات به نیتریت قبل از تغذیه اتفاق افتاده است . ظاهرا " فعالیت باکتریهائی دربافت تازه یا عصاره حاصل مسئول این اثر بوده است .

برای مشخص کردن مقدار مطمئن نیترات محتوی‌خوراک دام‌مشکلات قابل ملاحظه ای بوجود آمده است . (مشکلات‌مذکور تا امروزادامه داشته‌و در قسمت های بعدی این مقاله مورد بحث قرارمی‌گیرند .خوراندن نیترات به اندازه های‌احتمالا "خطرناک همیشه علائم‌مشخصه مسمومیت نیترات را بطور یکنواخت‌تولید نکرده و علائم‌مسمومیت "کاه‌یولاف" ، ساقه‌ذرت و یا خوراکهای موجد مسمومیت را تکرار نمی‌کند . اختلافات موجود بیـــن گونه های دامی و بین افراد هرگونه و نیز بین نژادها میتواند دلیل این امر باشد .

درباره مسمومیت مزمن و یا طولانی نیترات از سال ۱۹۵۵ بحث و آزمایشات فعالی درجریان بوده است . بالا نرفتن وزن یا تولید شیر ،کمی اشتها ، سقط‌جنین و دیگراثرات مضر را به رژیم هائی نسبت داده‌اند که حاوی غلظت های زیاد نیترات می‌باشد . بطورکلی عدم‌علائم مشخص و واضـح باعث محدودشدن تشریح وتفسیر رل نیترات‌می‌گردد . توجهات بیشتر به مطالعات اساسی راجع به عمل شکنبه ، انتقال اکسیژن و فیزیولوژی تولید مثل درحیوانات معطوف شده‌است .

متخصصین‌کشاورزی برای شناخت منابع بالقوه غذائی که ازلحاظ نیترات غنی باشد نمونه های گیاهی از مراتع ،مزارع و کرتهای آزمایشی را جمع آوری کرده و تجزیه می‌کنند و ازاین طریق آنهاسعی خواهند کرد عواملی که تجمع نیترات را کنترل می‌کند شناسائی نمایند . این‌گروه دریافته‌اند که در حالیکـه بعضی‌از گونه های گیاهی بطور منظم نیترات را بیش از دیگران درخود جمع می‌کند ولی نمی‌توان گونه هائی را بوجود آورد که مقادیر نیترات آنها برای مقاصد تغذیه ای مناسب باشد . ایـن موضوع‌باعث شده است که همکاری آنهابا متخصصین تغذیه دام امکان پذیر نباشد ، لذا این محققین نیز بیشتر توجه خود را به مطالعات اولیه معطوف داشته‌اند .

بانگاهی‌به گذشته دیده می‌شودکه متخصصین‌کشاورزی ،

دامپزشکان و دامپروران از همان آغاز کوششهای خود را با هم تلفیق نموده‌اند ،لیکن پیشرفت‌های حاصل درعلوم سم‌شناسی ، فیزیولوژی گیاهی و حیوانی و بیوشیمی در تحقیقات مربوط به تجمع نیترات و مسمومیت حاصله از آن بکار گرفته نشده‌است .

درسال ۱۹۴۵ نیترات زیاد در آب چاهها عامل ایجاد بیماری متموگلوبی نمیادر نوزاد تشخیص داده شد . از آن زمان توجه زیادی ازطرف مقامات بهداشتی نسبت باین مسئله مبذول گشته است . گازهای سیلو (No ، No_2 ، N_2O_4) که وجود آن توسط محققین متعدد در طی سالها گزارش شده است ،دراواسط دهه ۱۹۵۰ به ویژه در منطقه کمربندی کشت ذرت در غرب امریکا فراوان بچشم خورده است و مشخص شده است که این گازها از نیترات موجود در بافتهای گیاهی سیلو شده بوجود آمده است .

تلفات چشم گیراخیر در اثر سمیت نیترات و یاگازهای سیلوآگاهی عموم را باین حقیقت افزایش داده است که نیترات و مشتقات آن بالقوه خطرناک هستند . متاءسفانه بسیاری از مسائل‌دامی را که خوب مشخص نشده اند به "مسمومیت نیترات" نسبت داده شده‌است . این موضوع با توجه به عدم اطمینانی که در مورد مسمومیت مزمن نیترات صادق است قابل فهم می‌باشدبسیاری از این گونه عوارض توسط افرادی تشخیص داده شده است که با این مسئله و یا علائم آن آگاهی کامل ندارند .

تجمع نیتراتِ درگیاهان

الف : واکنشهای سوخت وسازی نیترات

اکثرترکیبات شیمیائی ازت دار که توسط گیاهان جذب می‌شود بصورت نیترات است . بنابراین تجمع نیترات حاکی از آنست که سرعت تبدیل درگیاه هماهنگ با سرعت جذب این ترکیب نمی‌باشد .اغلب اوقات تجمع نیترات موقتی است ،بدین ترتیب که با ازدیاد سن گیاه مقدار آن کم شده و در مرحله رسیدگی مقدار نیترات تشخیص داده شده درگیاه ناچیز یا به صفر می‌رسد .آن میزان‌نیترات که بتواند برای دام خطرناک باشد مشروط براینکه جذب مجدد آن توسط گیاه انجام نشود فقط برای مدت چند روز درگیاه خواهد بود .

وجود نیترات در داخل بافت بعضی گونه های گیاهی طبیعی است . مشاهده شده است‌که در برخی محصولات مقدار نیترات با محصول نهائی رابطه مثبت داشته و تجزیه بافت‌این گونه محصولات به عنوان راهنمائی جهت تعیین میزان مناسب کودهای شیمیائی بکار میرود . تا آنجا که معلوم شده است ، تجمع نیترات برای گیاه مضر نیست . البته در بعضی شرائط مانند خشکی و کمبود عناصر که باعث افزایش تجمع نیترات می‌شوند ، علائمی را تولید می‌کنند که مؤید تجزیه شیمیائی است .اغلب‌گیاهانی‌که نیترات زیاد دارند نمی‌توان ازگیاهانی که نیترات کم دارند تشخیص داد . گزارشهای متعدد نشان می‌دهدکه گیاهان با نیترات زیاد علائم کمبود ازت را نشان داده اند (۶)مولدر ، (۱۱۵) ،نایتینگل و همکاران (۱۲۰) .

هر اتم‌ازت که بصورت نیترات جذب شده و بصورت پروتئین درآید از ۸ تغییر ظرفیت الکترونی یعنی‌از ۵ + تا ۳- میگذرد . گرچه درگیاهان عالی مقدار زیادی اطلاعات‌مربوط به تغییرات نیترات از روی مطالعات موجودات زنده ذره بینی حاصل شده است تصور می‌شود که احیای نیترات بترتیبی باشد که اخیرا "توسط نیسن (۱۱۷) بررسی گردیده است . در مورد تعدادوماهیت‌واسطه هائی‌که بین نیترین (۳+) ،اولین‌فرآورده احیا و آمونیاک و ازت‌آمینی (۳-) موجود است تردید وجود

دارد . واسطه های غیر از نیتریت اکثرا " مقدارشان ناچیز بوده و در غلظت های بیشتر بصورت سمی ظاهر می‌شوند . دربسیاری از بافتهای گیاهی‌که حاوی نیترات زیاد بوده اند حتی نیتریت هم یافت نشده است . احتمالا " مداخله درعمل اسیمیلاسیون باعث تجمع نیترات درگیاه گردیده و این عمل در مرحلـــــه تبدیل نیترات به نیتریت اتفاق می‌افتد .

متخصصین کشاورزی بافرایند دی نیتریفیکاسیون در خاک که نتیجه آن متصاعد شدن کار ازت است آشنائی دارند شاید آشنائی این اشخاص با تلف شدن گازهای ازتی که از بافتهای گیاهی مرطوب ، که حاوی مقدار زیادی نیترات بوده و در محیط های با اکسیژن محدود مانند مواد تازه سیلو شده ذرت ، متصاعد می‌شوند کمتر باشد . گازهای متصاعد شده سیلو نه تنها شامل ازت ملکولی (ظرفیت صفر) است بلکه اکسیـــد نیترو (۱+) واکسید نیتریک (۲+) واکسید ازت (۴+) را نیـز دارا است (دو تای آخر فاسد کننده خطرناک هستند) . تمـام اینها در مرحله اکسید اسیون بین نیترات وآمونیاک وجود دارد . فرآورده های گازی مذکور عموما " در یک گیاه برداشت نشده یافت نمی‌شوند ، لیکن این گازها اجزاء سری اکسیداسیون هستند که باید درحین سوخت و ساز نیترات توسط‌گیاه مهار و محاصره شوند . تشکیل یکی از این گازها یا تشکیل آمونیاک به عواملی از قبیل فراهم‌بودن اکسیژن و وجود سیستمهای آنزیمی بستگی دارد .

ب ــ عوامل داخلی موءثر بر تجمع نیترات

۱ــ اختلافات ویـــــژه

اجزاءطبقه بندی گیاهی‌از نظر گرایش به تجمع نیترات متفاوت هستند . بررسیهای گیاهی و مقایسه های آزمایشـــــی مثالهائی را که حاکی از اختلافات واریته ای ، گونه ای ، جنسی و فامیلی باشد نشان داده اند . درعین حال‌اختلاف نظرهـای زیادی‌نسبت به اعتمادو اطمینان روی‌این طبقه‌بندیهامخصوصا " آنهائی که‌از طریق بررسی بدست آمده اندوجود داشته اســت . مرحله رشد گیاه ونیز تعدادی عوامل محیطی بر مقدار نیترات موءثر بوده و در اکثر گزارشها این گونه عوامل ذکر نشده اند . تغییرات از گیاهی به گیاه دیگر ممکن است فوق العاده زیاد باشد (۹۵) .شواهدی وجود دارد که گیاهانی که بطور معمـولی مقدار نیترات کمی دارند در تحت شرائط بخصوصی میتواننـد مقادیرخطرناک آنرادرخود جمع کنند . برای مثال درآزمایشات متعدد مقدارنیترات در علفهای چمنی چند ساله مراتع کم‌بوده است و در نواحی که مشکل مسمومیت نیترات وجود دارد ایـن گونه گیاهان سالم و بی ضرر تشخیص داده شده اند گیلبرت‌و همکاران (۶۳) ، وایت هدوموکسون (۱۹۱) اما مشاهده شده است که همین‌علفها در نقاط دیگر مقادیر زیادی نیترات رادر خود جمع کرده اند کرتشمر (۱۰۰) ، الفسون (۱۲۴) استیلینگز و همکاران (۱۶۱) .

در میان بررسیهای جامع کامپ بل (۳۱) گیلبرت و همکاران (۶۳) السون و وایت هد (۱۲۶) ساندورایت (۱۶۷)و ب (۱۸۴) ویلسون (۱۹۷) وجود مقدار نیترات زیاد در بعضی خانواده های گیاهی‌قابل توجه است .اعضاءخانواده تاج‌خروس (Amaranthaceae) ، اسفناجیان (Chenopodiaceae) صلیبان (Cruciferae) ،کاسنی (compositae)گندمیان (Gramineae) و سیب زمینی (solanaceae) بویژه جزء گیاهان تجمع دهنده نیترات بحساب آمده اند . لیکن اعضاء این خانواده های گیاهی از لحاظ تعداد زیاد بوده و درنواحی که مسمومیت نیترات اتفاق افتاده است این گیاهان از نظـــر

اقتصادی مهم بوده و احتمالا " نمونه برداری روی آنها بهتر و کاملتر از خانواده های دیگر صورت گرفته است . تا آنجا که از گزارشهای انتشار یافته معلوم میشود هیچ خانواده ای از گیاهان عالی و یاحتی هیچ جنسی که دارای تعداد زیادی گونه باشد بمنظورتعیین مقدارنیترات بطورسیستماتیک نمونه‌برداری نشده است . در صورتیکه از طریق تحقیق اطلاعاتی بدست آید اختلافات تاکسونومیکی که براساس شکل ظاهری گلها می‌باشد ممکن است مرتبط با صفات خاص فیزیولوژیکی نباشد .

یکی از تعداد محدود گزارشهای چاپ شده در مورد مقایسه گونه هائی که در مراحل قابل مقایسه رشد برداشت شده است توسط ویلسون (۱۹۷) انجام گرفته است .نامبرده مقدار نیترات شیره سلولی را برای هرگونه اندازه گرفت :

متاءسفانه مقادیری که در مقایسه های متعدد دیگر توسط ویلسون استفاده شده است با داده‌هائی که در قسمت دیگری از همان مقاله ارائه شده است نامربوط می‌باشد .

البته اختلافات موجود بین جنسها یا گونه های گیاهی درذخیره نیترات درطرح ریزی برنامه چرای مراتع یا برنامه‌های تغذیه ای حائز اهمیت فراوان است . مطالعاتی روی اختلافات واریته ای از نظر مقدار نیترات بطور مفصل در مورد گیاهان مختلف‌از جمله یولاف (۶۷، ۴۴) ذرت (۸۱، ۲۰۷) چغندر قند (۱۵۴) ریگراس چند ساله ، تیمونن (۴) و پنبه (۱۱۰) انجام گرفته است . در تمام موارد اختلافات بین واریته ای ، هر چند کوچک ولی یکنواخت بودند . گال وکلپ (۶۷) با آزمایشی روی ۱۲واریته یولاف دردو محل مختلف دریافتند که گرچه میانگین مقادیر نیترات در یک محل دو برابر محل دیگری بود (جدول شماره ۱) تفاوت های موجود تقریبا " مشابه بوده و همبستگی بین محصول و مقدار نیترات معنی دار نبود . چنین پیشنهاد شده است که اختلافاتی از این نوع‌میتواند جهت اصلاح‌واریته هائی با نیترات کم مفید باشد ، بویژه که چنین واریته هائی احتمالا " از نظر میزان کربوهیدرات قابل استفاده غنی بوده (۹۱) و یا نسبت به‌اثرات سایه اندازی متقابل مقاوم هستند (۹۸) .

Plants growing in association	NO_3-N (p.p.m.)
Glycine max, Amaranthus retroflexus, Portulaca oleracea	226,323,1329
Panicum miliaceum, Helianthus tuberosus	87, 346
Panicum capillare, Fagopyrym esculentum, Amaranthus retroflexus	122, 207, 316
Amaranthus retroflexus, Portulaca oleracea	1255, 1329
Panicum capillare, Glycine max, Amaranthus retroflexus	117,226,411

تمرکز نیترات در بافتهای گیاه:

این حقیقت که نیترات بطور یکنواخت در سرتاسر بافتهای گیاهی توزیع نشده است دراوایل کار توسط برتلو (۱۲) تشخیص داده شد. اکثر پژوهشهای بعدی روی تجمع نیترات شامل اندازه گیریهائی در برگ، ساقه و یا اندامهای تولیدمثلی بوده است.

بطور کلی، نیترات درساقه بیشتر از برگ بوده و برگها به نوبه خود حاوی مقداربیشتری نیترات در مقایسه باقسمتهای گل می‌باشد. اطلاعات مربوط به مقدار نیترات در ریشه اندک است، لیکن مقادیر نیترات در ریشه کمتراز ساقه و بیشتر از برگ می‌باشد. مقدار نیترات در قسمتهای پائین ساقه ها زیادتر از قسمتهای فوقانی است. داده های وایت هدوموکسون (۱۹۱) در جدول شماره ۲ به عنوان نمونه ای از مطالعات در این زمینه می‌باشد.

در آزمایشی که توسط سورنسن (۱۵۴) انجام گرفت معلوم گردید که برگهای مسن تر و خارجی ترچغندر قند دارای کمترین مقدارازت کل ولی بیشترین مقدار ازت نیتراتی می‌باشد. دمبرگ ها طبق معمول چندین مرتبه بیشتر از خود برگ نیترات را در خود جمع می‌کنند (جدول شماره۳). سورنسن توزیع نیترات رابه متابولیسم نسبتا " کند در قسمتهای مسن تر نسبت داده است.

دریک مطالعه مفصل ترکه در سال ۱۹۶۰ توسط هراکرو کامو (۷۸) روی ساقه نوعی علف چمنی (Pennisetum purpurem)انجام شدنتیجه گیری گردیدکه توزیع نیترات در برگ از نوک بطرف پایه می‌باشد. قسمتی از این اطلاعات در جدول شماره ۳ ملاحظه می‌گردد.

از زمان پژوهشهای اولیه توسط شیمپر (۱۴۱) وزاخاریا (۲۰۵) مطالعات بسیار کمی روی تمرکز نیترات در بافتها و سلولهای بخصوص گیاهی انجام شده است، در حالیکه این موضوع می‌تواندرشته تحقیقاتی جالبی‌را برای افرادی که‌بنحوی با تجمع نیترات سروکار دارند تشکیل دهد.

در تجمع نیترات محلی که عمل احیاء صورت می‌گیرد قابل توجه می‌باشد. بولارد (۱۹) در مقاله ای راجع بمانتقال نیترات درآوندهای چوبی، اظهار داشت که بطور کلی نیترات درگیاهان چوبی در سیستم ریشه احیا می‌شود. نامبرده در شیره آوندی ۶۸ گونه از ۱۱۰ گونه گیاهان دولپه ای را که‌تحت آزمایش قرار داده بود نیترات مشاهده‌نکرد (۱۸). در تمامی گونه های مورد آزمایش مقداری از ازت به فرم آلی (احیاشده) درآمده بود. تجمع نیترات در قسمتهای هوائی بسیاری از گیاهان علفی‌نشان می‌دهد که احیاء نیترات در ریشه های آنها صورت نمی‌گیرد، با وجوداین بولارد معتقداست که اگر روشهای تهیه عصاره توسعه یابد، مقادیرمعتنابهی از ترکیبات احیاء شده ازت را می‌توان در شیره خام پیدا نمود. پشتیبان عقاید وی مشاهدات هیگ من وفلشر (۶۹) است که نشان می‌دهد ریشه جوانه های ذرت نسبت به ساقه ها ۸۰ درصد بیشتر فعالیت احیا کنندگی نیترات دارند. باید توجه داشت که در روشهای تجزیه موجود برای درختان و نیشکر میزان ازت کل در برگ اندازه گیری می‌شود، در حالیکه در مورد ذرت، پنبه، وچغندر قند آزمایش برای نیترات انجام می‌شود.

عقیده کلی برآنست که فعالیت احیا کنندگی در

جدول ۱ــ مقدار ازت نیتراتی برحسب درصد وزن ماده خشک در واریته های مختلف یولاف که بمنظور تهیه علوفه خشک تحت شرائط آبیاری و کود شیمیائی (Archer) و در شرائط دیم (laramie) در ایالت ویومینگ کاشته شده‌اند . *

واریته	درجه بندی کلی	Laramie				Archer				میانگین کلی
		۱	۲	۳	۴	۱	۲	۳	۴	
		مراحل رشد **								
improvcd Garry	کمترین ۱/۲۲	۰/۸۷	۰/۷۸	۰/۶۵	۰/۴۰	۰/۴۱	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۵۹	
Swedish Select	بیشترین ۱/۳۶	۱/۰۶	۰/۸۴	۰/۸۷	۱/۰۰	۰/۶۴	۰/۴۲	۰/۱۹	۰/۸۰	
میانگین ۱۲ واریته	—	۱/۳۲	۱/۰۰	۰/۸۱	۰/۶۶	۰/۵۸	۰/۴۸	۰/۳۳	۰/۲۰	۰/۶۷

* آمارازگال وکلپ (۶۷)

** مراحل رشد : ۱ــ ۲۵% گل دهی ، مرحله ۲ــ ۵۰% خوشه ها در مرحله شیری ، ۳ــ ۵۰% خوشه ها در مرحله خمیری نرم ، ۴ــ ۵۰% خوشه ها در مرحله خمیری سفت .

جدول ۲ ــ توزیع ازت نیتراتی برحسب درصد ماده خشک ذرت دندانه ای که در ۴ سپتامبر ۱۹۴۵ نمونه برداری‌شده است .*

نمونه	موقعیت گره از ریشه تا کاکـــل													
	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	*	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
پهنکبرگ	۰/۰۴۹	۰/۰۳۴	۰/۰۲۴	۰/۰۱۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸	۰/۰۰۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳
رگبرگ‌اصلی	۰/۰۸۱	۰/۰۶۳	۰/۰۵۲	۰/۰۴۸	۰/۰۳۱	۰/۰۳۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	–	–	–	–	–	–
غلاف	۰/۱۲۶	۰/۰۶۰	۰/۰۶۰	۰/۰۴۳	۰/۰۳۲	۰/۰۲۴	۰/۰۲۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۱۰	۰/۰۲۴	۰/۰۲۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۸
میان‌گره	۰/۲۹۳	۰/۲۶۹	۰/۲۰۲	۰/۱۳۹	۰/۱۲۰	۰/۰۹۷	۰/۰۹۲	۰/۰۹۲	۰/۰۸۰	۰/۰۸۱	۰/۰۶۳	۰/۰۶۶	۰/۰۹۵	–
ساقـه	–	۰/۰۸۵	۰/۰۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۳۲	۰/۰۲۰	۰/۰۱۵	–	–	–	–	–	–	–
سنبلـه	–	–	–	–	۰/۰۰۸	۰/۰۱۱	۰/۰۱۰	–	–	–	–	–	–	–
کـاکـل	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	۰/۰۲۰

* آمارازوایت هدوموکســون (۱۹۱)

جدول ۳ـ مقدار ازت کل و ازت نیتراتی‌که‌دربرگهای چغندر قند علوفه ای‌در ۲۷ اوت برداشت شده است . ارقـــام برحسب درصد وزن ماده خشک هستند *

پارامتـــر	موقعیـــــت بـــــرگ			میانگین وزن شده
	مرکزی	داخلـــی	میانـــی	خارجی
دمبرگ				
ازت کـــل	۳/۸۰	۲/۰۳	۱/۷۳	۱/۸۹	۱/۸۷
ازت نیتراتی	۰/۲۳	۰/۴۵	۰/۷۴	۱/۲۸	۰/۸۳
ازت نیتراتی در صد کـــل	۶/۰	۲۲/۱	۴۲/۵	۶۷/۵	۴۴/۲
تیغـــه بـــــرگ				
ازت کـــل	۵/۷۰	۴/۸۰	۴/۱۵	۳/۶۰	۴/۱۰
ازت نیتراتی	۰/۰۷	۰/۰۶	۰/۱۰	۰/۱۸	۰/۱۲
ازت تیتراتی ، در صد کـــل	۱/۲	۱/۴	۲/۴	۵/۰	۳/۰

* آمارازسورنسن (۱۵۴) .

گونه های علفی در قسمتهای فتوسنتز کننده برگها تمرکز یافته است . تمرکز مولیبدنم رادیواکتیو در گوجه فرنگی موٴید این عقیده می‌باشد، استاوت ومیگر (۱۶۳) . بدون شک شیره آوندی بسیاری از گیاهان دارای نیترات بوده ، و دربعضی گونه ها غلظت آن بیش از ۲۵۰ قسمت در میلیون ازت نیتراتی می‌رسد لاری و همکاران وهلی و همکاران (۱۰۴،۸۲) . هیچ گونه توضیحی راجع به دلیل اینکه گیاهان چوبی نسبت به گیاهان علفی از لحاظ احیای نیترات متفاوتند وجود ندارد . بنابه عقیده مک کی (۱۰۹) عمومیت دادن این موضوع احتیاج به زمان داشته و نمی‌توان با قاطعیت بیان نمود زیرا برگ بعضی گونه های چوبی حاوی نیترات می‌باشد .

در مطالعات انجام شده متعدد در مورد دلائل تمرکز نیترات بحث زیادی نشده است . توضیحی که ظاهرا " بطور ضمنی مورد قبول قرارگرفته است آنست که قسمت اعظم نیترات در سیستمهای آوندیو در راه رفتن به محل احیاء شدن بوده و عبور آن بعللی کند شده است . از آنجا که منبع اصلی نیترات در خاک بودن و محلهای سوخت و سازی اساسا " در مریستم ها میباشد ،با افزایش ارتفاع گیاه تجمع نیترات در قسمتهای فوقانی کاهش می‌یابد .

درمواردی که تجمع نیترات بیش از اندازه باشد چنین مفهومی ازتمرکز آن اساسا " ناکافی است چون حتی اگرآوندهای چوبی را با کریستال های نیترات پرکنند حجم آوند چوبی کمتر ازآنست که بتواندغلظت های مشاهده شده را درخودنگهدارد . گاهی‌اوقات مقادیر خیلی زیادی که در ساقه هارگبرگ های‌اصلی و دمبرگ ها یافت شده است احتمالا " مبین تجمع فعال نیترات در بافتهای مجاور آوندها است . بنابراین پارانشیمهای آوندی و دیگر سلولهای پروتوپلاسمی باید مکانهای اصلی تجمع سنگین نیترات باشند .احتمالا "تاٴخیر تجمع نیترات در گیاهان‌بسیار جوان بدین علت است‌که هنوز سلولها برای تجمع آن توسعه کافی نیافته‌اند بالاخره ادامه مطالعات احیا کننده نیترات بطرف بافتهای ذخیره کننده نیترات ممکن است به یک مفهوم روشن تر در مورد فرایند تجمع نیترات منجر گردد .

سن گیاه

آزمایشاتی که شامل نمونه برداری متناوب در دوره رشد گیاهان بوده نشان داده است‌که با مسن شدن گیاه ابتدا مقدار نیترات زیاد می‌شود بطوری که در مرحله قبل از غنچه دهی به حداکثر خود میرسد و سپس کاهش می‌یابد . اهمیت‌سن گیاه مشخص نیست و پیشنهادات متفاوتی در این زمینه موجود است . یکی از این پیشنهادات حاکی از آنستکه با مسن شدن گیاه نسبت ساقه ، برگ و میوه تغییر می‌کند . مقدار نیترات در میوه ها و دانه ها معمولا " بسیار کم است وبا افزایش این‌اجزاء درگیاه وجودمقدار زیاد نیترات درسایر قسمتها خنثی می‌شود . ثانیا "تشکیل میوه یادانه احتیاج‌زیادی برای ازت قابل‌استفاده دارد ، وایت هدو همکاران (۱۹۳) در مواردی مشابه آنچه که توسط دیویدسون و همکاران (۴۵) برای یولاف‌وفلین و همکاران (۵۹) برای ذرت مشاهده شده است ، خشکی باعث جلوگیری‌و یا کاهش تولید دانه شده و مقدار نیترات قسمتهای سبزینه ای بمیزان کاملا " بیش از معمول باقیمانده است .

توضیح سومی که در مورد وابستگی بین سن و مقدار نیترات وجود دارد آنستکه معمولا " قدرت تاٴمین ازت خاک‌با نزدیک شدن گیاه به‌مرحله رسیدگی کاهش می‌یابد و این فرصت را به گیاه می‌دهد که قسمت اعظم نیترات را که هنگام وفور جمع نموده است‌بمصرف برساند . بعضی از محققین مشاهده

جدول ۴ـ توزیع ازت نیتراته در قطعات ۲ اینچی برگ در گیاه Pennisetum Purpureum *

برگ	قطعات غلات				قطعات برگ							
	۰-۲	۲-۴	۴-۶		۰-۲	۲-۴	۴-۶	۶-۸	۸-۱۰	۱۰-۱۲	۱۲-۱۴	۱۴-۱۶
برگ بیرونی (پائین ترین)	۰	۰	۰		۰	—	—	—	—	—	—	—
چهارمین برگ	۳	۳	۲		۱	۰	۰	۰	۰	۰	—	—
هشتمین برگ	(حذف گردیده است)				۱	۳	۳	۲	۲	۰	۰	۰

* : آمار از هارکروکامو (۷۸)

* : مقادیر تقریبی تجزیه شده بادی فنیل آمین ۰= هیچ، ۱=۱ قسمت در میلیون ازت نیتراته، ۲=۲ قسمت در میلیون ازت نیتراته، ۳=۶ قسمت در میلیون یا بیشتر ازت نیتراته.

کرده اند که دادن نیترات به دفعات (۱۵۶،۴۴) و یا تاءخیر درمصرف ازت در طول فصل تاحدودی جبران کاهش نیترات در مراحل بعدی را خواهد کرد در عین حال مشاهده شده است که دربعضی موارد استعمال زیاد ازت در اواسط فصل مقدار نیترات در ذرت را افزایش نداده است. در بعضی از این موارد ممکن است که خاک برای حرکت دادن ازت به ریشه های فعال خیلی خشک بوده باشد.

سایر عوامل داخلی موءثر بر تجمع نیترات

در سالهای اخیر توجه زیادی به آنزیم رداکتاز نیترات شده است زیرا آنزیم مذکور با تجمع نیترات مرتبط می‌باشد. هیگ من و همکاران در ایالت ایلینویز نشان دادند که تنظیم میزان فعالیت آنزیم احیاء کننده نیترات ژنتیکی بوده (۲۰۶) وارثی می‌باشد (۶۹) و این آنزیم بانور فعال می‌شود (۶۹) و نوسانات روزانه (۷) و فصلی (۲۰۷) در فعالیت آن می‌توان مشاهده نمود. در جمعیت های زیاد گیاهی فعالیت این آنزیم تحت تاءثیر سایه اندازی گیاه بر روی خود و برگیاهان مجاور می‌باشد (۲۰۷) و درجه هیدراسیون (۶۸) نیز برآن موءثربوده و این آنزیم ماده ای است‌که به نیترات نیاز دارد (۶۹). پژوهشهای انجام شده روی کلم گل در ایستگاه لانگ اشتن انگلستان، بویژه با رابطه به مولیبدنم اطلاعات مشابهی را نشان داده است (۱۳۳).

در یک آزمایش نشان داده شده است که میانگین‌فصلی فعالیت آنزیم احیاء کننده نیترات در چهار گیاه هیبرید ، با مقدار نیترات در آنها همبستگی منفی دارد . (۲۰۷) البته همه بافتهائی که از نظر نیترات غنی هستند الزاما " مقدار فعالیت آنزیم احیاء کننده در آنهاکم نیست ، زیرا تجمع نیترات تنها مبین اختلاف بین میزان نیترات ورودی و خارج شده یا تبدیل شده بود .همچنین نمیتوان فرض کرد که کلیه بافتهائی که‌مقدار نیتراتشان کم است دارای فعالیت زیاد هستند .

مرحله اولیه تبدیل نیترات به نیتریت سرعت فرایند تبدیل‌نیترات به ازت آمینی را محدود می‌نماید (۷۱) . هیگمن و همکاران چنین تصورمی‌کنند که در مورد ذرت این میزان‌باعث محدود شدن سنتز پروتئین و بالاخره رشد و محصول می‌شود . بنابراین فعالیت آنزیم احیاء کننده نیترات در یک گیاه‌اصلاح شده ممکن است نمایانگر پتانسیل محصول آن باشد ، بویژه اگر معلوم‌شده باشد که تاچه اندازه این فعالیت تحت تاءثیرعوامل متغیر زراعی باشد . در رابطه با مساءله تجمع نیترات بهتراست کار به نژادی انتخاب را روی فعالیت زیاد آنزیم احیاءکننده در ریشه ها انجام داد .

برای احیاء نیترات علاوه بر آنزیم و یک منبع دهنده الکترون احتیاج به یک منبع انرژی نیز می‌باشد . اگرچه مشاهده شده است‌که احیای نیتراتی در بعضی از گیاهان با واکنش نوری که تولید انرژی و الکترون مینماید مرتبط است در تعداد بسیار زیادی ازگونه های گیاهی که نیترات در ریشه آنها احیاء می‌شود اهمیت یک مکانیسم تنفسی در این امر بثبوت رسیده است . مطالعات زیادی در مورد رابطه بین مقدار هیدرات کربن وتجمع نیترات درگیاهان انجام شده است ، در اغلب آنها یک‌رابطه منفی بین این دو عامل مشاهده گردیده است . نتیجتا " وجود مقدار زیاد ازت باعث می‌شود که گیاه هیدرات کربن ذخیره خود را صرف انرژی احیائی و اسکلت کربنی نموده و بنابراین ذخیره هیدرات کربن نتواند هماهنگ با جذب نیترات باشد . در آزمایشی که برت (۳۰) روی تجزیه روزانه گیاه جوان ذرت انجام‌داد مشاهده‌نمودکه با کاهش مقدارهیدرات کربن‌برحسب ماده خشک از ۲۲ درصد به ۱۴ درصد مقدار ازت نیتراتی از ۰/۰۲ به ۰/۸ درصدافزایش یافت .الریچ (۱۷۵) باآزمایشاتی که برروی بافت چغندر انجام داد پیشنهاد نمود که مقدار ازت نیترات در دمبرگ تا چند هفته قبل از مرحله برداشت چغندر نباید از ۱۰۰۰ قسمت درمیلیون کمتر شود . نامبرده اظهار داشته است که بعد از این مدت برای اینکه قند تجمع حاصل کند لازم‌است که کمبودنیترات ایجاد شود . در آزمایشی (۹۱) بر روی دو نوع علف چمنی که در تاریخهای مختلف بانها کود شیمیائی ازته داده شده بود مشاهده گردیدکه با دادن کود ازته مقدار هیدرات کربن محلول در آب کاهش و مقدار نیترات گیاه افزایش یافت . کاهش عصاره عاری از یولاف در مرحله ظهورگل‌همزمان‌باحداکثرمقدارنیترات درآن‌بوده است (۱۴۸) .

رابطه بین هیدرات کربن و نیترات در عمل میتواند بدین صورت مفید واقع شود که در تغذیه دامهائی که نیترات مصرف میکنند از جیره ای که دارای انرژی زیاد است استفاده شود (۴۳) . نتایج بدست آمده از این بررسی نشان میدهد که وجود نیترات زیاد درگیاه تواءم با کمبود هیدرات کربن قابل مصرف می‌باشد .

ج: عوامل خارجی موثر بر تجمع نیترات

۱ــ وجود مواد غذائی

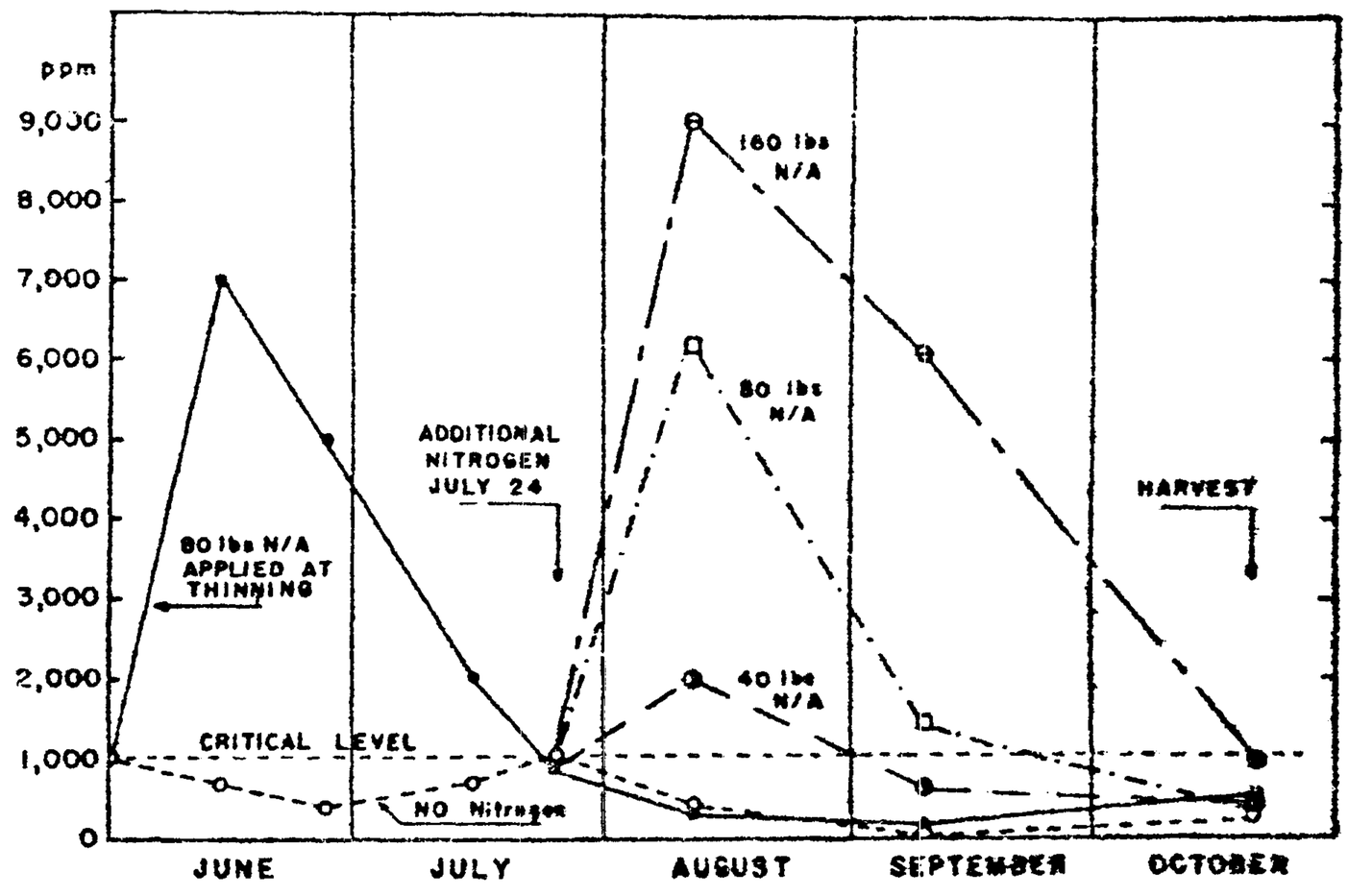
رابطه بین مواد غذائی و میزان نیترات از جملـــه موضوعهائی است که توجه زیادی را در تحقیقات مربوط بـــه نیترات در گیاهان بخود کسب‌نموده است .

الف ــ ازت : واضح است که تا زمانی که ماده غذائـی نتواندمقدار نیترات راسریعتر از میزان سوخت و سازدردسترس گیاه قرار دهد نیترات نمیتواند در آن تجمع حاصل کند . اگر بتوان ثابت نمود که اکسید اسیون بعضی مواد غذائی ازته ، مثلا " آمونیم ، به نیترات میتواند بعد از جذب بمقدار قابـل توجهی صورت گیرد موضوع فوق را میتوان رد کرد . این موضوع بدون تائید است و بنظر میرسد که دارای ثبات نبوده و باآنچه که بنام هدر رفتن ازت احیاء شده اضافی موسوم است مغایـرت دارد .

آزمایشات متعددی در زمینه اثر ازت بر روی تجمـــع نیترات وجود دارد که دراینجا به بعضی از آنها اشاره میشود . درآزمایشی که گریفیت (۳) انجام داد مشاهده نمودکه بادادن مقادیر از صفر تا ۲۵۲ پوند در ایکر ازت به سه ترکیب مخلوط نباتات علوفه‌ای یک رابطه مستقیم بین ازت و تجمع نیترات وجود دارد . درآزمایش دیگری با یولاف کشت داده شده در محلول غذائی مشاهده گردید که مقدار نیترات در گیاه باتغییر نیترات موجود در محلول تغییر کرد ولی رابطه مشخصی بین آنها موجود نبود و حداکثر مقدار نیترات برحسب ماده خشک برابر ۲/۳ درصد بود (۱۴۳) . در آزمایشاتی که در دانمارک (۱۵۳) و کالیفرنیا (۱۷۶) انجام شده است مشاهده گردید که کاربرد کودشیمیائی ازته بر مقدار نیترات موٴثر است ، مثـــال شماره۱ . درآزمایش دیگری مشاهده گردید که با بکار بردن سه مقدار متوالی ازت میزان نیترات اضافه گردید (۸۶) .

از طرف دیگر اکرسون (۱) ، بکرواسلاگ (۹) ،ویلســن (۱۹۷)وولفر (۲۰۰)مشاهده کردندکه بعد ازبکار بردن مقادیر زیاد کود ازته افزایش نیترات قابل توجه نبود . عده‌ای از محققین مانندا سمیت (۱۴۹)درایلینویز ،دیویسن ورایت (۴۶) در نیویورک وساند (۱۶۵) درویسکانسین علیرغم موفقیتهای قبلی خود در این زمینه موفق به نشان دادن تجمع نیترات نشدند . توضیحات موجود برای این ناهماهنگی فقط جنبـــه پیشنهادی و آزمایشی داشته است .

در آزمایشاتی که بوسیله عده‌ای از محققین مانند برت (۱۳۰) هنرودترک (۸۱) وباکر (۶) از طریق کشت در محلولهای غذائی و بوسیله کرافورد و همکاران (۴۴) وفلین و همکاران (۵۹) تحت شرایط مزرعه صورت گرفته است مشاهـده شده است که تجمع نیترات در سطح معینی ثابت مانده است . در بعضی آزمایشات (۴۴ ، ۲۰۲)در تخت شرایط مزرعه مشاهده گردیده است‌که با بکار بردن ۱۰۰۰ پوند ازت درایکر ،حداکثر مشخصی برای تجمع نیترات نشان داده نشده است . چنیـن اختلاف نظرهائی میتواند بدون شک مربوط به سرعت نیتـرات جذب شده ازکود داده شده و احیاء آن در داخل گیاه بوده که خود بستگی به عواملی دارد که در اینجامورد بررسی قرار گرفته‌اند .درآزمایشات برت غلظت بسیارکم نیترات درمحلول غذائی ،برای اینکه بتواند حداکثر نیترات در گیاه تولیدشود ، کافی بوده است ولی بشرطیکه این غلظت در داخل محلـول با جایگزین کردن مجدد حفظ شود . لازم است تاٴکید شود که تنهاکودهای شیمیائی تجارتی نیست که در گیاه تولید نیترات



شکل ۱ : تاءثیر مقدار و زمان کود پاشی بر غلظت ازت نیتراته در دمبرگ چغندر قند در دیویـــــس کـالیفـرنیـــا (۱۷۶)

زیـاد میکند . مطالعات مسمومیت نیتراتی‌درمناطقی شروع‌شد که هیچگونه‌کود شیمیائی تجارتی به گیاهان زراعی یا مراتـع آنجا داده نشده بود . در بعضی موارد تجمع نیترات در اثـر کود دامی زیاد بوده است .درآزمایش مایو (۱۱۱)دو عدد از نمونه های ذرت با میزان نیترات زیاد از مناطقی برداشت‌شده بود که قبلا" آغل گاو و خوک بوده است . در مناطـــــــق اورگلسیدرفلوریدا (۱۰۰) و تالابهای توربی مرکز ویسکانسیـن (۱۶۸) بدون بکار بردن کودشیمیائی مشاهده گردیده است که گیاهان‌زراعی و علفهای هرز با محتوی نیترات زیاد تولیـــد میشود .آیش نگهداشتن زمین باعث افزایش نیترات‌خاک‌میشود (۱۲۳،۵۸) و بهمین ترتیب باعث افزایش نیترات درگیـاه میگردد (۱۰۰،۵۳) .

کوششهائی که در زمینه تعیین رابطه بین نیترات خاک و تجمع نیترات درگیاه شده است مواجه با اشکالات زیادی‌بوده است . بازاء هر آزمایش که در آن یک رابطه نزدیک بین این‌دو حاصل شده است (۱۹۱) تعداد زیادی آزمایش وجود دارد که در آن روابط ضعیف و بدون نظم و یا حتی عدم رابطه مشاهده شده است . شاید همانطوریکه ولش وبارتولومیو (۱۸۶) نیـــز

پیشنهادکرده اندبا توجه به سایرعواملی که در این امردخالت دارند از روی‌تجزیه شیمیائی خاک نتوان تجمع نیترات‌در گیاه را پیش بینی نمود . بنظر میرسد که اظهارات اخیر بولدوهویت (۲۱)در این موردکه گفته اند . "چون نیترات در محلول خاک وجود دارد و بسرعت جذب‌گیاه میشود ،سرعتی که این نیترات مجددا "جایگزین میشود مهمتراست تا مقدار کل نیترات‌موجود در خاک" باین امر مرتبط باشد . زمان پاشیدن کود شیمیائی روی علف چمنی برتجمع نیترات اثر قابل توجهی داشته است . اگرکود درست قبل ازمرحله برداشت پاشیده شود باعث میشود که تجمع نیترات درگیاه افزایش یابد . اثر زمان کود دهی بر تجمع نیترات در شکل شماره ۱ نشان داده شده است .

در بیشتر آزمایشات که روی مقایسه انواع مختلف مواد شیمیائی ازت دار صورت گرفته مشاهده شده است که اثرات‌آنها در اضافه کردن بخاک،کم یا حتی بدون اثر بوده است (۴، ۴۴ ۶۳، ۱۶۵) .البته نواکوسکی (۱۲۱) دریافت که با استفاده مقادیر مشابهی از نیترات‌کلسیم ونیترات آمونیم ، واوره مقدار نیترات حاصله از دو ماده اول بیشتر از اوره و سولفات آمونیم بود . نامبرده همچنین مشاهده کرد که استفاده از فرم جامد این ۴ ماده برای گیاه باعث تجمع نیترات بیشتری در مقایسه با فرم مایع آنها گردید . در این مورد هیچگونه توضیحی‌داده نشده است . .

در محلولهای غذائی که ترکیبات مختلف ازت دار ممکن است حالت خود را تا مرحله جذب حفظ‌کنند اختلافات حاصله راممکن است بخوبی مشاهده نمود . تعداد بسیار زیادی آزمایش برای مقایسه آمونیم و نیترات انجام شده است ولی این آزمایشات قابل اعتماد نمیباشند . عوامل محیطی موثر بر جذب ، (۱۰۶) تبدیلات میکروبی و سایر پیچیده گیهای موجود باعث عدم اعتماد بر نتایج انتشار یافته در این زمینه گردیده است (۱۰۹) .

ب ــ سایر مواد غذائی ، ازآغاز شناسائی بلورهای نیترات‌پتاسیم شواهد زیادی درباره وجود یک رابطه مثبت‌بین میزان نیترات و میزان پتاسیم وجود دارد .در آزمایشی توانسته اند از طریق استخراج مقدار نسبتا " زیادی نیترات پتاسیم بدست آورند (۲۳، ۱۳۶) . چنین تصور شده است‌که پتاسیم‌کاتیونی است که جهت حفظ حالت خنثی در موقع‌تجمع نیترات عمل میکند . این دو یون از بهترین مثالها برای نشان دادن مصرف تجملی درگیاهان عالی می‌باشند .

آزمایشات در زمینه کاشت در محلولهای غذائی‌نشان داده است که جذب نیترات از محلولهائی که بوسیله نیترات پتاسیم تهیه شده اند خیلی ساده تر از محلولهای تهیه شده بانیترات سدیم یا کلسیم است (۱۷۳) و مشاهده شده است که افزایش میزان پتاسیم در محلول غذائی باعث تجمع بیشتر نیترات دریولاف‌گردیده است (۱۶۶)و در مورد ذرت نیز حتی در موردی که میزان نیترات زیاد بوده است این‌افزایش صورت گرفته است (۶) . در آزمایش دیگری مشاهده شده است (۱۲۰) که با کشت گیاه گوجه فرنگی در محلول بدون پتاسیم ، با وجودیکه علائم مشخص کمبود ازت را نشان داده است ، مقدار تجمع نیترات در آن نسبتا " زیاد بوده است .

تحت شرایط مزرعه کاربردپتاسیم اثرات خیلی کمتری درتجمع نیترات درگیاه داشته است .در آزمایشی بوسیله لوری و همکاران (۱۰۴)مشاهده گردید که دادن پتاسیم به خاکهائی که مقدار ازت آن کم و بدون آهک میباشند باعث کاهش‌نیترات در شیره خام گیاهی در ذرت شده است .ازت باعث افزایش مقدار نیترات گردید ولی ازت و پتاسیم باهم‌مقدار نیترات را

بهمان اندازه ای که در گیاهان شاهد موجود بود بالابردند . کرافورد و همکاران (۴۴) مشاهده کردند که با دادن ۸۳ پوند پتاسیم در جریب،افزایش مقدار نیترات دریولاف، خیلی کم‌بود و با تغییر سن گیاه ازحالت رویش به مرحله زایشی (مرحله خمیری دانه) این اثراز بین رفت . در آزمایشی که رایت و همکاران (۲۰۲) با استفاده از یک طرح فاکتوریل روی چمن انجام‌دادند مشاهده شد که مقدارکود شیمیائی پتاسه اثری بر مقدار نیترات نداشت وکنش متقابل ازت و پتاس نیزمعنی دار نبود .

درآزمایش سورنسن (۱۵۳) بادادن مقادیر صفر، ۳۰۰ یا ۶۰۰ کیلوگرم ازت در هکتار به چغندر علوفه ای و تجزیه ریشه ، دمبرگ و پهنک برگ نتایج مبهمی بدست آمد . مقدار نیترات بسته به مقدارکود داده شده‌متفاوت بود.مثلا "دردمبرگ درموردی که مقدار نیترات حداکثر بود ، حداکثر مقدار پتاسیم (۴/۵۹ درصد ماده خشک) درگیاهانی بدست آمد که بآنها ازت داده نشده بودوحداقل پتاسیم (۲/۷۲درصد) درگیاهانی بدست آمد که ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت داده شده بود .

در بعضی آزمایشات کود فسفره باعث افزایش نیترات (۷۶،۵۳) و در بعضی باعث کاهش آن یا اثرات متفاوتی داشته است شاید اثرآن بطور غیر مستقیم از طریق اثرات چند جانبه آن بر متابولیسم گیاه باشد . درکاشت گیاه در محلولهای‌غذائی مقدار زیاد فسفات باعث کاهش جذب نیترات گردیده است .

کمبود دو عنصر نادر مولیبدنم و منگنز باعث تجمع نیترات درگیاهان عالی و نیز میکروارگانیسمها گردیده است . درتحقیقات اخیر مشاهده شده است که مولیبدنم جزء فلزی آنزیم احیا کننده نیترات بوده درحالیکه منگنز عمل مشابهی در احیا کننده هیدروکسیلامین دارد (۱۱۷) . باوجودیکه، بر طرف‌نمودن کمبودمنگنزباعث ناپدید شدن نیترات دربافتهای یولاف و Phalaris minor درخاکهای استرالیا شده‌است (۱۰۱)و اضافه کردن مولیبدنم‌به محلول غذائی باعث کاهش نیترات در برگها وساقه های گوجه فرنگی گردیده است (۱۶۳) (۱۱۵)کوششهای کمی‌که در زمینه کاهش تجمع نیترات ازطریق کاربرد این دو عنصر در خاکهائی که کمبود نداشته‌اند شده است کاملا " موفقیت آمیز نبوده است .

گزارشات مربوط به اثر عناصر غذائی دیگر بر تجمع نیترات بمنظور نتیجه گیری قطعی چندان زیاد نیست . چنین پیشنهادشده است‌که تجمع نیترات را میتوان‌با "متعادل‌نمودن" میزان‌ازت فراوان قابل دسترس در خاک ازطریق کاربرد عناصر غذائی دیگرمحدود نمود .از آنجائی‌که ازت و پتاسیم میتوانند بیش از اندازه ای که برای حداکثر رشد مورد نیاز است تجمع حاصل کنند و نیز افزایش پتاسیم و فسفر قابل دسترس میتواند باعث تجمع نیترات گردد، بنظر میرسد که متعادل نمودن نیترات نمیتواندمیزان نیترات گیاه را کنترل کند مگر اینکه‌رشد گیاه بوسیله کمبود مواد غذائی دیگر محدود گردد .

۲ــ رطوبت

مسمومیت نیتراتی‌در بیشتر موارد در مناطق نیمه‌خشک و نیمه مرطوب اتفاق افتاده و در جاهای دیگر موقعی این مسمومیت حادث شده است که بارندگی باحد متعارف تفاوت فاحشی داشته است .با این وجود اطلاعات موجود در زمینه رابطه بین رطوبت و تجمع نیترات خیلی محدود میباشد .اغلب نتایج از مشاهدات موجود در تحت شرایط مزرعه در مواردی که وقوع‌مسمومیت زیاد بوده است بدست‌آمده است .

دو مورد مسمومیت گزارش شده توسط مایو برای ذرت در کانزاس یکی در حالت خشکسالی و دیگری در حالتی که برداشت ذرت قبل ازمرحله رسیدن بوده است اتفاق افتاده است . بدون شک علت هر دو یکی بوده است . بهمین ترتیب درآزمایش دیویدسن و همکاران (۴۵) یولاف مورد مطالعه تحت تاءثیر خشکسالی بوده و درآزمایش گارنر (۶۱) نیز ساقه های ذرت چریده شده توسط گاوها تحت تاءثیر خشکسالی بوده است . از طرف دیگر بنظر میرسد که خشکسالی طولانی اثر کمتری در تجمع نیترات در مقایسه با یک خشکسالی کوتاه مدت دارد . (۴۵،۶۳) .

چندین فرآیند وابسته به رطوبت نتیجتا " در تجمع نیترات موءثر میباشند . در خاک ازت آزاد شده از ترکیبات پیچیده آلی در اثر فعالیت باکتریها بوده که خود احتیاج به آب دارد . ازت آزاد شده و همچنین ازتی که از طریق کود شیمیائی بخاک اضافه گردیده است از طریق آب بطرف ریشه ها رفته و سپس بصورت محلول توسط آوندهای چوبی به قسمتهای گیاه که مصرف میشود هدایت میگردد . این جریان احتیاج به یک حداقل رطوبت دارد و ازدید عملی برای اینکه یکگیاه جوان که نیترات در آن ذخیره میشود بتواند باندازه کافی رشد کند و اندامهای مختلف جهت ذخیره نیترات تولید کند احتیاج به رطوبت کافی دارد .

گیاهانی که در اثر خشکسالی در مرحله ای از رکود قرار دارند بعد از بارندگی بعلت آزاد شدن ازت توسط میکروارگانیسمها و تسهیل در انتقال آن جهت تجمع مقدار خطرناک نیترات ممکن است فقط احتیاج به چند روز داشته باشند (۵۰،۱۹۶) .

هنگامی که گیاه تحت شرایط کمبود آب باشد فرآیندهای سوخت و سازی بهم خورده سرعت احیای نیتراتی تا حدودی دراثر کاهش فعالیت آنزیم احیا کننده نیترات آهسته میگردد . البته ممکن است خاک جهت معدنی شدن و حمل ازت هنوز باندازه کافی مرطوب باشدمخصوصا "زمانی که گیاه شادابی خود رادرساعات حداکثرتبخیر از دست داده و درشب آنرا بازیابد . تحت این شرائط تجمع نیترات بسرعت صورت میگیرد . اگر خشکی هوا ادامه پیدا کند ، کاهشی معمولا در موقع میوه دهی دراثر جابجائی و تمرکز و سوخت سازی که صورت میگیرد ممکن است هیچگاه حادث نشود .مشاهده شده است که گیاهان مسموم ذرت و یا خوشه های چروکیده یولاف مسموم عقیم بوده است (۷۵،۵۹،۴۵) برعکس در قسمتهائی از ساقه که در بالای سنبله های دانه دار بودند نیترات بندرت مشاهده گردیده (۲۶) .

آزمایشات مربوط به تنفس آب محدود است و شاید دلیل آن مشکل بودن ایجاد و حفظ تنشهای معین باشد . در آریزونا رایت و تراتمن (۲۰۱) با تغییر دادن میزان آبیاری تا رسیدن خاک به مرحله پژمردگی در اعماق ۶، ۱۲، ۱۸ ، یا ۲۴ اینچی برای نوعی علف چمنی (Panicum antidotale) موفق شدند که تجمع نیترات را تغییر دهند . مکنزی و همکاران (۱۱۰) با آبیاری در مرحله ای که خاک در تنش زیاد بود مشاهده نمودند که میزان نیترات دمبرگ نسبتا افزایش یافت ولی چنین افزایشی درمقایسه با افزایش حاصله از کود شیمیائی اهمیت چندانی نداشت . دوتی ووار در (۵۳) باقرار دادن گلدانهای کشت شده ازیولاف درمعرض "خشکی نسبی" مشاهده نمودند که میزان نیترات درکاه یولاف افزایش یافت و در آزمایش دیگری درساسکاچوان که توسط ویت هدوموکسون (۱۹۱) ذکر شده است گیاه یولاف کشت شده در گلخانه نیز با از بین

رفتن تنش رطوبت بسرعت واکنش نشان داده است (مراجعـــه شود به جدول زیر) ،بنظرمیرسدکه موقعیت خوبی برای تحقیق در این زمینه موجود است .

درصد ازت نیتراته در ماده خشـــک

بعد از هفته پنجـــم		بعد از ۴ هفته اول		شرایط خـــاک
	هفته پنجـــم		۴ هفتـــه اول	
۱/۳۰	نزدیک به مرحله پژمردگی	۰/۹۲	مرطـــوب	مرطـــوب
۱/۰۴	مـــرطـــوب	۱/۵۷	نزدیک به مرحله پژمردگی	نزدیک به مرحله پژمردگی

۳ــ نـــور

اثر شدت نور،طول مدت ، و کیفیت آن در تجمـــع نیترات بوسیله متخصصین‌زراعت بررسی‌شده است ، متخصصین مذکوربا الهام از آزمایشات انجام‌شده بوسیله گیلبرت‌وهمکاران (۶۳) مشاهده کردند که اغلب گیاهان یولاف سمی در درههای تنگ‌تولید شده بودند .فیزیولوژیستهانیزبمنظور تفسیرمکانیسم اسیمیلاسیون ازت اثرات نور را مطالعه کرده اند .

در بسیاری از آزمایشات شدت نور را تغییر داده‌اند . این کار بوسیله عبور دادن‌نور از لایه های توری ، شیشه ای و پلاستیکی صورت گرفته است .البته اخیرا " از اتاقهای کنترل جهت بررسی مطالعات تجمع نیترات استفاده میشود . نتایـج تمام این مطالعات نشان میدهد که کاهش شدت نور با افزایش میزان نیترات رابطه دارد برای مثال کاربرد ۱۰۰ ، ۵۰ و یـــا ۲۸ درصد از نور تابیده شده به شبدر سفید باعث شد که مقدار نیترات در آن بترتیب برابر ۴۶۳۰ ، ۶۹۲۰ و۹۲۷۰ قسمت در میلیون گردد (۸) . میزان نیترات در ذرت در مرحله ای که در معرض ۳۵درصد سایه است دو برابر حالتی است که بدون سایه بوده است وبا افزایش دادن‌شدت سایه به۷۰ ، ۸۰ یا ۹۰درصد میزان نیترات هنوزدرحال افزایش بوده‌است (۹۸) .درآزمایشی مشاهده شد که در چغندر قند و خردل با افزایش شدت نور از ۶۳۰ به ۹۴۰ تا ۱۲۴۰ شمع ــ فوت بدون در نظر گرفتن سـم علف کش داده شده بآنها میزان نیترات در آن کاهش یافـت (۱۹۳) .

نوسانات روزانه وتغییرات روز بروزنوردرتجمع نیترات بوسیله محققین زیادی گزارش شده است (۲۸ ، ۴۴ ، ۷۰ ، ۶۰ ، ۱۵۴) هگمن و همکاران و کاندلا و همکاران (۳۳) مشاهـــده کردند که در روزهای ابری و نیز در انتهای دوره های تاریـــک

میزان نیترات زیاد بوده است و این تجمع با فعالیت آنزیم احیاء کننده نیترات رابطه منفی داشته‌است . سورنسن پیشنهاد مینماید که سیکل روزانه نیترات را میتوان برحسب میزان نسبی فتوسنتز و اسیمیلاسیون ازت توجیح نمود پیشنهاد شده است‌که ساعات نمونه برداری باید معین بوده و به شرائط‌هوا نیز دقت شود .

در آزمایشی مشاهده گردید که مدت نوردهی برمیزان نیترات در یولاف کشت شده در گلخانه‌موثر بوده است (۱۹۲) گیاهانی که بطور متداوم در معرض نور قرار داشتند حدود $\frac{2}{3}$ آنهائی که فقط در معرض نور روز بودند نیترات داشتند ، تحت شرایط گلخانه یا اطاقکهای رشد این اثرات بعلت واکنشهای فتویردیوی نبوده بلکه بعلت عدم شدت نور کافی میباشد .

اثرات‌کیفیت نور برجذب و اسیمیلاسیون نیترات بطور بسیار جدی در دهه ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰ مطالعه گردید و اختلاف حاصله در میزان نیترات بعلت پراکنش طیف نورگزارش شده است .بعلت اشکال بوجود آوردن انرژی تشعشعی زیاد باشدت یکسان در قسمتهای مختلف نور قابل رویت و نور نزدیک به قابل رویت کوششهای کمی بمنظور ایجاد یک طیف مشخص غیر ازآنچه در فتوسنتز بکار میرود شده است . البته تحقیقات اخیر توسط استوی (۱۶۴) به این پیشنهاد که اسیمیلاسیون نیترات میتواند بوسیله انرژی حاصل از قسمتی از طیف که از لحاظ فتوسنتزی کم اهمیت است تقویت گرددرونق داده است .

۴ـ علف کشها

مدت کمی بعد از اینکه علف کشها در معیارهای وسیع مورداستفاده قرار گرفت ،استاهلر وویت هد (۱۵۷)گزارش‌دادند که نیترات در برگهای چغندر قند که با علف کش D ـ ۲،۴ سمپاشی شده بودند ۲۰ مرتبه بیشتر از برگهائی بودند که سمپاشی نشده بودند .حداکثرنیترات بدست آمده یعنی ۱/۲۱ درصد درست ۴۰ مرتبه بیشتر از مقدار نیترات برگ هائی بود که این علف کشها برای آنها مصرف نشده بود . در همین اثنا سایرگزارشات نیزحاکی از این بود که دادن علف کشهامیتواند خوشخوراکی بعضی‌از گیاهان از جمله آنهائی که دارای نیترات هستند بالا ببرد (۱۹۵) .

عوارض متعدد ناشی از مسمومیت نیترات که در اثر کاربرد علف کشها بوجود آمده بود مشاهده گردید (۱۵۷) و آزمایشاتی در زمینه پیدا کردن رابطه ای بین این کار برد و میزان نیترات درگیاهان انجام‌گردید .از جامع ترین آزمایشات در این زمینه میتوان آزمایش برگ و مک الروی (۱۰) و فرانک وگریسبی (۶۰) را نام برد . برگ و مک الروی تعداد زیادی گیاهان زراعی و علف هرز را قبل و بعد از سم‌پاشی با سه‌میزان مختلف D ـ ۲،۴ تجزیه کردندو در هیچکدام از ۴ موردتجمع نیترات مشاهده نگردید تنها در نوعی علف هرز بنام (Axyris amarathoides) افزایش نیترات مشاهده گردید . فرانک و گریسبی اثر ۶ نوع علف کش بمقدار کمتر ازحد کشنده را روی ۱۴ گونه گیاهی که در خاکهای با مواد آلی زیاد کشت شده بودند مطالعه کردند . نامبردگان اثرات کوتاه مدت و بلند مدت متفاوتی را مشاهده نمودند . بعضی از گونه ها واکنش نشان ندادند در حالیکه در بعضی دیگر در اثر کاربرد علف کشها میزان نیترات افزایش یا کاهش یافت . وایت هدو همکاران (۱۹۴) و فرتیگ (۵۷) نیز در آزمایشات خود اثرات فوق را مشاهده کردند .

در بعضی از مطالعات (۱۹۱، ۱۹۵) مشاهده شده‌است که با کاربرد علف کشها روی بعضی علفهای هرز تمایل دام به

خوردن آنها زیادتر شده است ، شاید علت آن گوشتی شـــدن اندامهای گیاه در اثر پاشیدن مواد شبیه هورمون‌باشد . البتـه گریسبی و فیرول (۶۶) مشاهده کردند که با پاشیدن این مـواد بعضی دامها از خوردن مخلوطی از یونجه ـ بروم گراس خود داری کردند . در این آزمایش مقدار زیاد ماده بکار برده شده ونیز مدت زمان کوتاه بعد از پاشیدن باعث آلودگی سطحی شده و این امر خود مسئول امتناع دام از خوردن شده اسـت و تغییرات داخلی در این کار دخالتی نداشته است .

با در نظر گرفتن تعداد زیادی گونه های گیاهی ،انواع مواد شیمیائی ،میزان مصرف آنها اثرات اکولوژیکی و شرایـــط انتخاب بوسیله دامهای مختلف میتوان چنین ادعا نمود کهاثر علف‌کشها بر روی تجمع نیترات بطور رضایت بخشی معلـوم نیست . یکی از این موارد نامطمئن را میتوان از آزمایش ساندو همکاران (۱۶۷، ۱۶۸) در تالابهای ویسکانسین مشاهده کرد که در آن علف کشها باعث از بین رفتن تعداد زیادی‌از گونه های غیر علفی در چراگاه شده و بدین ترتیب بمقدار زیادی میزان نیترات در علفهای موجود در کاهش داده و بطور کلی باعث جلوگیری از سقط جنین در گاوهای چراکننده در چراگاه‌گردید . تجزیه کامل هرگونه گیاهی قبل و بعد از سمپاشی و نیز تعییـن درجه ارجحیت گیاه برای دام دراین آزمایش امکان پذیرنبود . بنابراین محققین درویسکانسین نتوانستند گیاهان با نیترات زیاد را مسئول این کار بدانند زیرا ترکیبات دیگری نیز ممکـن است دخالت داشته باشد .

امروزه مصرف علف‌کشها خیلی بیش از آنست‌که بتوان نحوه اثرات‌آنها را تفسیر نمود .با پاشیدن‌این مواد روی تعداد زیادی گیاهان زراعی و علفها بعضی اثرات جنبی آن مثل اثـر روی نیترات را نیز باید انتظار داشت .

۵ ــ سایر عوامل خارجی :

مکانیسم اثر حرارت بر میزان نیترات بخوبی روشـن نیست ولی بدون شک بین آنها رابطه ای‌وجود دارد . یـــک نمونه بارز در این مورد توسط نایتین گیل و همکاران (۱۲۰) نشان داده شده است نامبردگان دریافتند که در دو گیاهچـه سوژا که از لحاظ اندازه و مرحله رشد یکسان بودند میزان ازت یکی از آنهاسه برابر دیگری بوده و ۵۶ درصد این ازت بصورت نیترات بوده است . در گیاهی که میزان ازت‌آن کم‌بوده است ، ازت‌بصورت نیترات وجود نداشته است .در این آزمایش‌گیاهی که دارای‌ازت کم بوده است در حرارت پائین پرورش داده‌شده بوده است . البته مطالعات انجام شده روی یولاف زمستانـــه تحت شرایط مزرعه در فلوریدا نشان داده است که بین حرارت زیاد و نیترات‌زیاد رابطه خوبی وجود دارد (۱۰۰) .درآزمایش نایتین گیل و همکاران (۱۲۰)تجمع نیترات در حرارت پائین را میتوان بعلت میزان کم اسیمیلاسیون نسبت به میزان جذب ازت دانست درحالیکه در آزمایش کرتشمر سریعتر شدن میزان نیتریفیکاسیون در خاکهای کشت نشده کهاز لحاظ مواد آلی نیز غنی بوده اند میتواند دلیل اصلی باشد .

شواهد مربوط به متغییر بودن اثر حرارت برنیترات نسبت به گونه گیاهی را میتوان در آزمایشات جامع باترسـت و میشل (۸) که‌تحت شرایط‌اتاق رویش‌انجام شده است‌مشاهده نمود . در این‌آزمایش سه‌گونه گیاهی در درجه حرارتهای زیـر پرورش داده شدند .

نوعی علف چمنی (Paspalum dilatatum) در درجه حرارت ۴۵ تا ۹۵ درجه فارنهایت‌که درجه حرارت‌بصورت ۱۰ درجه ای افزایش می‌یافت . نوعی ریگراس (Lolium sp) در درجه حرارت ۴۵تا ۸۵ درجه و نوعی شبـــدر سفیـــــد

(Trifolium subterranum) در درجه حرارت ۴۵ تا ۷۵ درجه فارنهایت . حداقل میزان نیترات در سه گیاه فوق دردرجه حرارتهای زیر بدست آمد : در paspalum ۶۵ درجه فارنهایت ، در ریگراس در ۴۵ درجه ودر شبدر در ۴۵ درجه فارنهایت .تجزیه شیمیائی این سه گونه نشان داده‌که درعلفهای چمنی بین مقدار فروکتوزان و میزان نیترات یک رابطه منفی وجود دارد در مورد شبدر این رابطه منفی بین میزان کل قند و میزان نیترات وجود داشت .عقیده کلی که حرارت اصولا بطور غیرمستقیم روی نیترات موثر است با این قبیل آزمایشات تایید میشود و ممکن است این امر خود باعث عدم وجود تحقیقات زیاد در این زمینه باشد .

درآزمایشات متعددی مشاهده شده است که تجمع نیترات درگیاهانی که در خاکهای مختلف رشد میکنند متفاوت است (۶۳،۵۳) ولی برای درک اینکه آیا این اختلاف دراثر عوامل فوق ویا عوامل دیگر بوده است تعیین خصوصیات خاک کافی نبوده است .کوک (۴۰) نتیجه گرفت اثر نوع خاک باندازه حاصلخیزی خاک نمی‌باشد . درگزارشاتی که درویومینگ تهیه شده است تاکید بیشتر روی مواد مادری شده است . هانوی و همکاران (۷۷) توجه را به میزان تهویه خاک جلب نموده اند . هیچگونه شواهدی مبنی بر اثر امراض و آفات بر میزان نیترات گیاه میزبان دردسترس نیست درآزمایش ویلسون (۱۹۷) عوارض مشاهده شده در خربزه قندی (Muskmelon) و گل میمون (Snapdragon) در اثر امراض بوده و بعلت نارسائیهای فیزیولوژیکی نبوده است . پارازیتها بوسیله از بین بردن ذخیره غذائی گیاهان باعث تشدید تجمع نیترات می‌گردند .

تلفات نیترات بعد از برداشت محصول :

روشهای برداشت و جمع‌آوری محصول بر میزان نیتراتی که در داخل گیاه باقی میماند موثر است . از یک طرف ریزش برگ که خود باعث افزایش درصد ساقه میگردد ممکن است مسمومیت نیتراتی را افزایش دهد ویا قسمتی از نیترات دراثر فعالیت میکربی به نیتریت تبدیل گردد . از طرف دیگرقسمتی و یا کلیه نیترات و یا تولیدات آن ممکن است از گیاه خارج شود .

تبدیل نیترات به‌نیتریت بعد از برداشت برای بعضی محصولات از قبیل علوفه خشک یولاف (۱۳۵،۱۲۵،۶۳) علوفه خشک آمارانتوس (۱۲۵) مانگلزو شلغم‌خشک شده به وسیله حرارت (۱۳۷،۱۰۸) و عصاره تریبولوس (۱۳۶) و ذرت (۱۹۳) گزارش شده است . ساویچ (۱۳۹) معتقد است که تبدیل نیترات به نیتریت بعداز برداشت درقسمتهای برگ چغندر قند میتواند مسئول مرگ و میر بعضی از گاوهائی شده باشد که از آن تغذیه نموده اند البته این قسمتها درموقع برداشت مضر نبوده‌اند .

در دوآزمایش نشان داده شده است که تلفات نیترات درگیاهان با نیترات زیاد و درصد آب زیاد که بآهستگی خشک شده باشند نسبتا کم است . در مورد چغندر قند کمتر از ۱۰ درصد در عرض مدت ۶۴ ساعت (۱۵۴) و در علوفه‌مخلوط کمتر از ۱۶ درصد در عرض سه روز (۱۰۰) میباشد گزارشی از میزان تلفات نیترات در علوفه از طریق شسته شدن بوسیله باران در دسترس نیست .

تلفات نیترات در سیلو میتواند سریع و زیاد بوده و خطراتی در برداشته باشد . بوسیله یک فرآیند احیائی غیر هوازی که دراثر انحراف از مسیر اسیمیلاسیون معمولی درمرحله نیترتی بوجود می‌آیداکسیدهای مختلف ازت و نیز ازت‌ملکولی

میتواند تولید گردند . عموما عمل دی نیتریفیکاسیون را دراثر عمل میکروارگانیسمها میدانند ، البته وانگ وبوریـــــز (۱۸۱) ملاحظه کردند که باقرار دادن گیاهچه های سوژا ، که قبلا در شرایط ضدعفونی‌کشت شده بودند ،در داخل " لوله های‌سیلو" همین نوع گازها تولید شدند . در مورد دی نیتریفیکاسیـــون پترسون و همکاران (۱۲۹) نوشته های موجود در این زمینه را بررسی کرده اند .

در یک سری آزمایش با استفاده از اسپکترومتر جرمـی (۱۲۹، ۱۸۱) تصاعد اکسیدهای گازی ازت از سیلوهای موجود در مزرعه و لوله های آزمایش بررسی گردید . چنین مشاهـــده گردید که اکسید نیتریک اولین گازی بود که ظاهر شد و معمولا در عرض ۲۰ تا ۳۰ ساعت به حداکثر غلظت رسید اکسید نیترو در عرض ۵۰ ساعت به حداکثر غلظت رسید . زمان حداکثـــر تولید N_2به تاخیر افتاد ولی در این آزمایش بدقت تعییـــن نگردید" دی اکسید ازت که حداکثر خطر برای سلامتی داردبا ترکیب NO و اکسیژن حاصل میشود و No_2 بنوبه خود در اثـــر مضاعف شدن تبدیل به N_2O_4 میگردد .

آزمایشات انجام شده توسط همین‌گروههای تحقیقاتی با نیترات و اسیدهای آمینه مارکدار شده بوسیله N^{15}نشان داد که قسمتی از گازهای ازته در اثر واکنش ازت آمینه با نیتریـت تشکیل شده اند اما با نیتریت مارکدار میزان گاز باز یافته شده حدود ۱۰ مرتبه بیشتر بود و بدین‌ترتیب نیتریت بعنوان منبع اولیه اکسیدها بحساب آورده شده است .

استفاده ازسیلوهائی که دارای نیترات‌زیاد بوده وعمل دی نیتریفیکاسیون در آنها انجام گرفته شده است از لحـــاظ اقتصادی قابل توجه میباشد . تحقیقات نشان داده است که در حالیکه میزان نیترات ممکن است کاهش یابد ، همیشه به سطحی که دیگر خطرناک نباشد نمیرسد (۲۶، ۱۹۰، ۱۹۱) .با ادامـه تحقیقات مشاهده گردید که تلفات حاصله میتواند تحت تاثیر عوامل متعددی که بعضی‌از آنها قابل تنظیم هستند قرارگیرد . در آزمایشاتی که جاکوبسون ویزمن (۸۷) با نباتات علوفه ای انجام دادند مشاهده کردند که در علوفه ای که با ۵۵ درصد رطوبت سیلو شده باشد فقط ۲۰ درصد از نیترات خارج میشود در حالیکه در علوفه ایکه با ۸۰ درصد رطوبت سیلو شده باشد ۶۱ تا ۹۸ درصد نیترات خارج میشود . اضافه‌کردن قند باعث کاهش تلفات نیترات در علوفه با رطوبت زیاد شد ، خردکردن علوفه قبل از سیلو نیز منجر بهمین عمل شده است .کلروفـرم و تولوئن باعث متوقف ساختن فعالیتهای میکربی و بالنتیجـه تصاعداکسیدهای ازت شده و بنابراین میزان نیترات تغییـری نمیکند (۱۲۹)متابی سولفیت سدیم بمیزان زیادی باعث توقف ساختن گازها هم در کارهای آزمایشگاهی و هم در سیلوهـای مزرعه میشود (۲۷، ۱۸۱) در حالیکه بعضی مواد افزاینده بـه سیلو اثرات بسیار کمی دارند (۲۷) .

برای اینکه دی نیتریفیکاسیون در مواد گیاهی سریـع حادث شود باید احیاء سریع نیترات به نیتریت صورت گرفتهو متعاقبا عمـــل اتـــواکسیـــداسیـــون نیتریت یعنـی

$$3HNO_2 \longrightarrow 2NO + HNO_3 + H_2O$$

صورت گیرد . گرچه احیاء اولیه بیولوژیکی میباشد ولی واکنشی که نشان داده شده است شیمیائی است . این عمل احتیاج بـه یک محیط اسیدی (pH کمتر از ۵/۵)دارد ، بنابراین برای‌اینکه تصاعد گازها حفظ‌گردد باید میکربهای احیاء کننده نیترات‌به نیتریت مقاوم به اسید باشند (۲) . جلوگیری از کاهش حاصله در اثر خرد کردن علوفه یا اضافه‌کردن قند به‌آن میتوانـــد بهمین دلیل باشد زیرا هر دو عمل باعث افزایش اسیدتیـــه

میشوند . برعکس در سیلوهائی که هیچگاه بهpH کم نرسیده یـا pHکم خودرا بعداز چند هفته از دست‌میدهند ، تلفات‌نیترات خیلی سریع میباشد (۸۷) .

نتایج حاصله نشان میدهد که کاهش سریع نیترات در سیلوها در اثر دی نیتریفیکاسیون معمولا " تحت شرایطی کـــه مرتبط به حدوث تغییرات نامطلوب در ارزش غذائی استاتفاق می‌افتد .