

# TEADUSTÖÖD

## KÖÖGIVILJADE NITRAATIDESISALDUSE SÕLTUVUS NENDE BIOLOOGILISTEST ISEÄRASUSTEST JA KASVUTINGIMUSTEST

M. Järvan

Inimorganismi sattuvatest nitraatidest pärineb põhiline osa köögiviljadest, saastunud põhjaveega piirkondades saadakse neid olulisel määral veel joogiveest. Köögiviljades sisalduvate nitraatidega kaasneb alati ka suuremal või väiksemal hulgal aineid, mis vähendavad nitraatidest tekkida võivate kahjulike ühendite toksilisust ja imendumist seedetraktis. Kuigi nitraadid iseenesest on vähe mürgised ühendid, peetakse hügieenilistel kaalutlustel siiski vajalikuks hoida nende sisaldus inimtoidus teatud piirides. Selleks on Eesti tervishoiuorganid kehtestanud nitraatide lubatud piirnormid paljude köögiviljaliikide jaoks.

Käesoleva töö autori avamaa- ja kasvuhooneköögiviljade väetamise ja kvaliteedi alasest pikaajalisest (1972...1992) ja mitmekülgsest uurimistööst, mille üheks uurimissuunaks oli alati ka saagi nitraatidesisaldus, on selgunud, et peale väetamise sõltub köögiviljade nitraatidesisaldus oluliselt veel paljudest teistest teguritest. Käesolevas artiklis väetamise mõju ei käsitleta, kuid analüüsitakse üksikasjalikumalt köögiviljade nitraatidesisaldust mõjutavate teiste olulisemate tegurite gruppe - köögiviljade bioloogilisi iseärasusi ja kasvutingimusi.

### BIOLOOGILISED ISEÄRASUSED

Evolutsiooni kestel on igal taimeliigil välja kujunenud oma bioloogiline spetsiifilisus: lehtedes toimub fotosüntees, juurtes vee ja mineraalainete omastamine mullast. Need bioloogilised iseärasused on olulisimad tegurid, mis määravad ka taimede nitraatide taseme. Köögiviljade hulgas on paljude taimesugukondade ja -perekondade esindajaid, mis geneetiliselt oluliselt erinevad ning mis võivad nitraate akumulereida väga erineval määral. Allpool käsitletakse peamisi faktoreid, millest köögiviljade nitraatidesisaldus sõltub.

### TAIMELIIK

Juba ühes väga varases nitraatidealases uurimistöös (Richardson, 1907) võib leida andmeid, et erinevate köögiviljaliikide nitraatidesisaldused erinevad mitmekümneid ja isegi rohkem kordi. Kirjanduse (Temperli, 1980; Frommberger, 1984 jt.) andmetel akumulereivad väga palju nitraate hiina kapsas, salat, söögipeet, rõigas, spinat ja petersellilehed; palju akumulereivad redis, till, rabarber, mangold, nuikapsas ja sellerilehed, keskmiselt - peakapsas, kaalikas, porgand, juurseller, juurpetersell, kurk, lillkapsas, porrulauk ning kõige madalama nitraatidesisaldusega on tomat, paprika, rooskapsas, mustjuur, sibul, aeduba ja -hernes.

Mitmesuguste taimesugukondade köögiviljade nitraatide tasemes esineb väga suuri erinevusi. Maltsaliste ja ristõieliste sugukonna köögiviljad omastavad nitraate tunduvalt rohkem kui suudavad töödelda. Liblikõielised ja sarikaliste sugukonna juurviljad aga akumulereivad nitraate vähe või mõõdukalt.

Märgitakse (Kobel, 1981), et tugevad nitraatide akumulereijad on sellised köögiviljaliigid, millel toiduks tarvitatakse lehevart (rabarber, varsseller), teatud varreosa (nuikapsas) või hüpokotüüli (söögipeet, redis). Tüüpilised juurviljad, nagu porgand, akumulereivad nitraate suhteliselt vähe ning eriti vähe akumulereivad neid viliköögiviljad.

Autori poolt EMMTUI köögiviljanduse osakonnas aastail 1972...1992 korraldatud katsete ning köögiviljakasvatustajadest ja individuaaladadest kogutud proovides (n = 2500) oli nitraatidesisaldus selline, nagu nähtub tabelist 1.

Tabel 1

Köögiviljade nitraatidesisaldus (mg/kg) / The nitrate content of vegetables (mg/kg)<sup>1</sup>

Köögivili Vegetable	n	Keskmine Average	Mini- maalne Minimum	Maksi- maalne Maximum	Maksimaal- selt lubatud sisaldus Admissible depending
Avamaa/ Open ground					
Valge peakapsas / White head cabbage					
varane / early	13	346	160	918	700
keskvalmiv / mid	20	195	84	385	
hiline / late	228	119	53	356	500
Lillkapsas / Cauliflower	12	167	115	283	300
Nuikapsas / Kohlrabi	38	1042	650	1637	
Rooskapsas / Brussels sprouts	3	74	25	124	
Söögipeet / Beetroot	637	1659	312	3586	1800
Porgand / Carrot	557	191	26	453	200
Kaalikas / Swede	52	261	160	348	500
Seller, lehed / Celery, leaves	5	1903	1286	2878	2000
juurikad / roots	11	297	117	1219	
Petersell, lehed / Parsley, leaves	8	1048	257	2464	2000
juurikad / roots	3	242	59	462	
Redis / Radish	12	702	415	1021	1500
Till / Dill	7	1606	399	2516	
Rabarber / Rhubarb	7	924	518	1840	1000
Sibul, mugul / Onion, tuber	4	65	42	83	60
lehed / leaves	2	1299	684	1914	400
Porrulauk / Leek	4	715	264	1221	
Kurk / Cucumber	14	102	39	227	150
Katmikala/ Covered					
Kurk / Cucumber	210	264	39	718	300
Tomat / Tomato	188	66	12	263	100
Paprika / Cayenne pepper	6	29	14	54	400
Redis / Radish	103	2091	939	4575	1500
Salat / Lettuce	207	2323	1213	3717	2500
Pekingi kapsas / Pei-tsai cabbage	132	3901	1344	5840	2500
Spinat / Spinach	18	2997	1138	5673	2500

<sup>1</sup> Siin ja edaspidi on nitraatidesisaldus antud 1 kg naturaalse saaduse (mitte kuivaine) kohta milligrammides / Here and later the nitrate content is given in the natural product (not in DM)

Üldistades selle tabeli andmeid koos Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituudi nitraadipanka koondatud Eestis toodetud köögiviljade nitraatidesisalduse andmetega, võib järeldada, et väga palju (enamasti üle 2500 mg/kg) nitraate akumuleerivad lehtköögiviljad (salat, spinat, pekingi kapsas jt.). Palju nitraate sisaldavad ka söögipeet, redis, rõigas, nuikapsas. Kõige vähem (enamasti alla 100 mg/kg) akumuleerivad nitraate tomat, paprika, sibul, küüslauk, aedhernes, aeduba, rooskapsas. Ülejäänud köögiviljad sisaldavad nitraate tavaliselt mõõdukas koguses.

SORT

Ühe ja sama köögivilja mitmesugused sordid võivad väga erineval määral nitraate akumuloida. Selle põhjuseks võivad olla nii geneetilised, morfoloogilised kui ka muud tegurid, näiteks sordile omane kasvuperioodi pikkus.

Teada on, et ühe liigi piires lühema kasvuajaga, s.t. varased sordid sisaldavad alati rohkem nitraate kui hilise(ma)d sordid. Eriti hästi on see omadus välja kujunenud valge peakapsa puhul, kus varased sordid võivad nitraate akumuloida meie tähelepanekute järgi 2...7 korda rohkem kui hilised sordid samades mullastikutingimustes. Lühikese ja pikema kasvuajaga sortide küllalt oluline nitraatide taseme erinevus on iseloomulik ka redisele ja salatile (Behr, Wiebe, 1988). Nitraatide suurem akumuloidamine varaste sortide poolt võib ühelt poolt tingitud olla sordi geneetilistest iseärasustest, kuid teiselt poolt on see osaliselt tingitud ka lühemast kasvuperioodist. Varased sordid omastavad lühikese aja jooksul mullast suhteliselt palju mineraalset lämmastikku, kuid kuna nad koristatakse esimesel võimalusel, s.t. niipea kui saak tarbimiseks kõlbab, siis jääb aeg nitraatide taandumiseks napiks.

Et taime erinevad osad sisaldavad nitraate erineval hulgal, siis etendavad olulist osa ka sordi morfoloogilised iseärasused. Näiteks spinati ja salati sordid, millel varte ja jämedamate leheroodude osatähtsus kogusaagis on väiksem, on tunduvalt madalama nitraatidesisaldusega (Schuphan, 1958; Barker, Maynard, Mills, 1974). Juurviljade, näiteks porgandi nitraatidesisaldus sõltub ka sellest, kui tugevalt või nõrgalt on välja kujunenud kesksilinder ehk südamiuosa.

Sordi nitraatide akumuloidamise tase on geneetiliselt tingitud nitraatreduktaasi aktiivsusest. Mida kõrgema nitraatreduktaasi aktiivsusega on sort, seda vähem akumuloidab ta nitraate (Hageman, Flesher, 1960). Seoses sellega soovitatakse sortide aretamisel arvesse võtta ka taimede nitraatreduktaasi aktiivsust.

Viimasel ajal üha laiemalt levinud  $F_1$ - hübriidid omastavad ja väärintavad lämmastikku paremini kui lähtesordid, seega on nad suhteliselt madala nitraatidesisaldusega. Seda kinnitavad ka autori pikaajalised kogemused valge peakapsa  $F_1$ -hübriididega (tabel 4).

Autori väetiskatsetest rajoonitud porgandi- ja söögipeedisortidega selgus, et kõigil juhtudel sisaldas porgand 'Šantenee' vähem (keskmiselt 36 %) nitraate kui 'Nantes' ja peedisort 'Bordoo' vähem (keskmiselt 26 %) kui 'Egiptuse'. 'Nantese' kõrgema nitraatidesisalduse põhjuseks võis olla asjaolu, et see sort on varasem kui 'Šantenee', varased sordid teatavasti aga akumuloidavad rohkem nitraate. Söögipeedisordi 'Egiptuse' morfoloogiliseks omapäraks on juhtkimpude (puiduosa) rohkus, seda näitab heledamate kontsentriiliste ringide olemasolu juurika ristlõikel, juhtkoed sisaldavad aga tavaliselt rohkesti nitraate.

Eelmainitud katsetest selgus ühtlasi, et madalama nitraatidesisaldusega porgandi- ja söögipeedisordid sisaldasid rohkem inimtoiduks vajalikke toitaineid (suhkruid, karotiini, kuivainet), s.t. olid parema bioloogilise väärtusega (tabel 2).

Nitraatidealase uurimistöö algetapil Eesti erinevatest piirkondadest kogutud köögiviljaproovidest, mille eesmärgiks oli erinevate köögiviljaliikide nitraatidesisaldusest ettekujutuse saamine, sest sellekohast informatsiooni oli tol ajal ka erialakirjanduses väga vähe, selgus ühtlasi sordi mõju nitraatide akumulatsioonile. Rohkesti analüüsiti erinevaid porgandisorte. Tabelis 3 on esitatud andmed Eesti kolmes erinevas piirkonnas ühel ja samal põllul kasvatatud porgandisortide nitraatidesisalduse kohta. Kõigis kolmes kasvukohas oli iseloomulik see, et kõige nitraatiderohkem sort oli 'Perfektion' ning et 'Šantenee' sisaldas alati vähem nitraate kui 'Nantes'. See 'Šantenee' paremus 'Nantese' suhtes järeldus ka eespool käsitletud väetiskatsetest.

Autor on uurinud ka ühesugustes tingimustes kasvanud valge peakapsa sortide ja hübriidsortide nitraatidesisaldust (tabel 4). Selgus, et mida varasem oli sort, seda rohkem sisaldas ta nitraate. Hübriidsordid akumuloidasid tunduvalt vähem nitraate kui tavalised sordid samades tingimustes.

Tabel 2

Porgandi ja söögipeedi keemiline koostis olenevalt sordist (kolme aasta keskmisena, n=120)  
The chemical composition of carrots and beet depending on the variety (average of 3 years, n=120)

Sort / Variety	Nitraadid mg/kg Nitrates, mg/kg	Kuivaine % Dry matter, %	Suhkur % Sugar, %	Karotiin mg/kg Carotene, mg/kg
Porgand / Carrot				
'Nantes'	182	11,0	5,83	39,5
'Santenee'	117	11,9	6,04	42,6
Söögipeet / Beetroot				
'Egiptuse'	1874	14,4	7,80	-
'Bordoo'	1390	15,7	8,71	-

Tabel 3

Porgandisortide nitraatidesisaldus (mg/kg) / The nitrate content of carrot varieties (mg/kg)

Proovi võtmise koht / Site of sampling	Sort / Variety	1972	1973
Suure-Jaani sordivõrdluskatsepunkt Suure-Jaani varieties' comparison unit	'Šantenee'	324	163
	'Nantes'	387	317
	'Lange rote Stumpfe'	380	326
	'Perfektion'	678	493
Luunja sovhoos / Luunja State Farm	'Nantes'	441	
	'Šantenee'	388	
	'Lange rote Stumpfe'	382	
Saue sovhoos / Saue State Farm	'Nantes'		224
	'Šantenee'		166
	'Perfektion'		251

Tabel 4

Valge peakapsa sortide nitraatidesisaldus (mg/kg) / The nitrate content of white head cabbage varieties (mg/kg)

Sort Variety	Sordirühm Variety group	Tootmispõld Production field	Sordivõrdluskatsed Variety trials	
			1977	1980
'Kuusiku varajane'	varane / early	160	379	-
'Stahhaanovka'	keskvarane medium early	125	-	-
'Jõgeva'	keskvalmiv medium late	83	285	370
'Amager'	hiline / late	78	204	318
'Dauerweiss'	hiline / late	66	89	176
F <sub>1</sub> 'Erdeno'	keskvalmiv medium late		68	145
F <sub>1</sub> SG 614'	hiline / late		43	103
F <sub>1</sub> SG 615'	hiline / late		49	53
F <sub>1</sub> 'Bartolo'	hiline / late		40	106

## TAIMEORGANID

Bioloogilistest iseärasustest tingituna sisaldavad köögiviljade mitmesugused organid ja organite erinevad osad erineval määral nitraate. Lehtköögiviljadel kontsentreerub põhiline osa nitraatidest lehevartesse ja keskroodudesse, lehelabadesse aga märgatavalt vähem. Väga

ekstreemseid nitraatidesisaldusi on leitud spinati vartes, kus neid oli lehelabadega võrreldes 8...10 korda rohkem (Barker, Maynard, Mills, 1974; Kobel, 1981).

Nitraatide kogunemist mitmesuguste köögiviljade erinevatesse osadesse on uurinud Sokolov (Sokolov, 1987). Kapsapeades on nitraadid koondunud põhiliselt sisevarre ehk nn. juurika tipuossa ning pea välimistesse lehtedesse. Kurkidel ja kõrvitsatel väheneb nitraatidesisaldus vilja aluselt ehk varrele kinnitumise poolsest otsast tipu suunas ning koorest sisemuse suunas. Juurviljadel on kõrgema nitraatidesisaldusega piirkond tipuosas, kus asub hulgaliselt toitaineid omastavaid narmasjuuri. Palju nitraate on samuti juurviljade südami kuosas.

Nitraatide akumulatsiooni tase erinevates taimeorganites oleneb ühelt poolt sellest, mil määral üks või teine organ osaleb toitainete transpordis. Üldiselt on palju nitraate vartes, lehevartes ja jämedates leheroodudes, mõõdukalt on neid juurtes ja mugulates ning vähe pungades ja viljades. Organisiselt paiknevad nitraadid põhiliselt nendes osades, kuhu on koondunud taimetoitelemente transportivad juhtkoed - porgandil näiteks südamiku osas, kartulil ja kurgil koore osas jne.

Teiselt poolt sõltub nitraatide akumulatsioon sellest, milline on nitraatreduktaasi aktiivsus, s.t. kui intensiivselt toimub nitraatide taandumine ühes või teises taimeorganisis osas.

Nitraatide redutseerimine toimub valdavalt meristeemrakkude tsütoplasmas (Mengel, Kirkby, 1979). Enamik taimeliike on võimelised nitraate taandama nii juurtes kui maapealsetes osades, kõige intensiivsemalt toimub see siiski lehtedes. Nooremates lehtedes on nitraatreduktaas kõige aktiivsem, aktiivne on ta ka juure noortes kudedes, juure vanemates osades aktiivsus aga langeb (Mengel, Kirkby, 1979).

Köögiviljade toiduks kasutatavad organid ja osad sisaldavad enamasti märksa vähem nitraate kui toiduks mittekasutatavad varred, lehed, koored jms. Toiduks ettevalmistamisel saab välislehtede ja jämedamate leheroodude eemaldamise teel oluliselt vähendada peasalati ja pekingi kapsa nitraatidesisaldust. Eriti võiks seda soovitada talve- ja varakevadkuudel, kui kasvuhooneköögiviljade nitraatidesisaldus on väga suur.

Käesoleva artikli autor uuris koduaiast võetud proovides selleri ja peterselli erinevate osade nitraatidesisaldust sügisel, kui taimede kasvuperiood oli praktiliselt lõppenud. Sellest ka suhteliselt madal nitraatide tase (tabel 5). Selgus, et selleri lehed akumulatsioonid nitraate umbes kaks korda rohkem kui juurviljad, lehevarred aga omakorda peaaegu kaks korda rohkem kui lehelabad. Peterselli puhul olid erinevused väiksemad, kuid siingi kogunes lehtedesse rohkem nitraate kui juurikatesse.

Tabel 5

Selleri ja peterselli erinevate osade nitraatidesisaldus (mg/kg) / The nitrate content in different parts of celery and parsley (mg/kg)

Köögivilj, sort Vegetable, variety	Proovi võtmise aeg Time of sampling	Lehelabad Leaf blades	Lehevarred Petioles	Juurikad Root crops
Seller / Celery 'Jose'	oktoober 1980	286	-	132
Seller / Celery 'Jose'	september 1983 <sup>1</sup>	1544	2878	819
Petersell / Parsley 'Bordoviki'	oktoober 1980	484	-	202
Petersell / Parsley 'Bordoviki'	september 1983	257	440	402

<sup>1</sup> Väga kõrgel sõnniku foonil / on a high level of manure

Märgitakse, et akumulatsioonid nitraatide kontsentratsioonid olenevad ka köögiviljade suurusest. Suuremad köögiviljad (sõögipeet, redis, tomat) sisaldasid rohkem nitraate (Wedler, 1979; Venter, 1981). Autori tähelepanekud kinnitavad seda. Porgandi väetiskatsete keskmise NPK-tasemega katselappidelt võeti kahesuguse läbimõelduga juurikaid, et määrata neis nitraatidesisaldus (tabel 6). Selgus, et suuremates porgandites oli nitraatide kontsentratsioon suurem.

Tabel 6

Porgandi suuruse mõju nitraatidesisaldusele (mg/kg) / The effect of the carrot size on the nitrate content (mg/kg)

Juurikate suurus / Size of roots	n	'Šantenee'	'Nantes'
Suured / Big (ø 5...6 cm)	8	297	352
Väikesed / Small (ø 3...4 cm)	8	209	211

Analoogiline erinevus ilmneb ka söögipeedi 'Bordoo' nitraatidesisalduses. Proovid (n = 12) pärinesid mikroväetiste toime selgitamiseks korraldatud tootmiskatses. Suurema läbimõõduga (10...12 cm) söögipeedid sisaldasid nitraate keskmiselt 664 ja väiksemad (läbimõõt 7...9 cm) 409 mg/kg.

#### TAIME VANUS

Taimede kasvades ja arenedes muutuvad koos teiste füsioloogiliste protsessidega neis pidevalt ka lämmastikuühendite omastamise ja töötlemise protsessid, seega muutub ka nitraatidesisalduse tase taimekudedes. Taime vanus ja tema nitraatidesisaldus on pöördvõrdelises sõltuvuses, s.t. nooremad taimed sisaldavad rohkem nitraate kui vanemad.

Geissler ja Geyer (1980) märgivad, et kapsa kasvuperioodi esimesel kolmandikul oli nitraatide akumulatsioon lehtedesse eriti tugev, nitraatlämmastikuisaldus ulatus 33 %-ni lehtede üldlämmastikuisaldusest. Koristamise ajaks vähenes nitraatlämmastiku osatähtsus kapsapeade üldlämmastikuisalduses aga 6 %-le. Porgandi nitraatlämmastikuisaldus langes vegetatsiooniperioodi jooksul nii absoluutselt kui suhteliselt ning oli koristamise ajaks vaid 2 % porgandi üldlämmastikuisaldusest.

Köögiviljade valmides väheneb nende nitraatidesisaldus kiiresti eelkõige päikesepaisteliste mõõduka temperatuuriga sademevaeste ilmade korral. Kuna vegetatsiooniperioodil nitraatidesisaldus pidevalt langeb, siis ei soovitata nitraadilembeseid köögiviljaliike liiga vara koristada.

Köögiviljakultuurile või selle sordile omase pikkusega kasvuaja läbimise vajalikkust nitraatidesisalduse reguleerimise seisukohalt on rõhutanud mitu uurijat. Aubert (1982) märgib, et valminud kõrvitsa ja paprika nitraatidesisaldus on 5...6 korda madalam kui poolvalminutel.

Sellistel köögiviljadel, millelt saaki kogutakse korduvalt, nn. mitmekorjelistel (kurk, tomat, paprika, aeduba, -hernes) või millel enne lauskoristust tehakse üks või mitu valik- või eelkoristust (lillkapsas, varane peakapsas, nuikapsas, peasalat), on kõige rohkem nitraate esimeste korjete saagis.

Ka autori andmetel sõltub köögiviljataimede nitraatidesisaldus nende vanusest ehk kasvuaja pikkusest. Koduaias kasvava peterselli (sort 'Bordoviki') nitraatidesisaldust määrati kolmes korduses varastest arengustaadiumidest. Nitraatide tase oli kõige suurem esimeste pärislehtede faasis, see alanes hiljem järgmiselt:

31. mail .....	2464 mg/kg,
4. juulil .....	1100 "
2. septembril .....	407 "
24. novembril .....	298 "

Lehtköögiviljade nitraatidesisalduse dünaamikat jälgiti autori poolt korraldatud erinevate kaaliumväetiste (I katse) ja niiskusrežiim (II katse) mõju uurimise katsetes kevadkasvuhoones 1987. aasta aprillis-mais (tabel 7). Esimest korda määrati salati ja pekingi kapsa nitraatidesisaldus 30. päeval pärast külvi, kui taimedelt võis juba saada esimesi tarbimiskõlblikke lehti, ning viimast korda siis, kui taimed olid ületanud tarbimisküpsuse piiri ning algas õievarte diferentseerumine. Taime vanuse suurenedes vähenes salati ja pekingi kapsa nitraatidesisaldus väga kiiresti ja olulisel määral.

Tabel 7

Köögiviljade nitraatidesisalduse (mg/kg) dünaamika kevadkasvuhoones / The dynamics of the nitrate content (mg/kg) in spring greenhouse

Liik ja sort Species and variety	n	Taimede vanus (päevade arv pärast külvi) Age of plants (days after sowing)		
		30	35	43
I katse / First trial				
Salat / Lettuce 'Cheshunt'	18	1531	1193	659
Pekingi kapsas / Pei-tsai cabbage 'Hibiini'	18	1169	870	346 <sup>1</sup>
II katse / Second trial				
Salat / Lettuce 'Cheshunt'	18	952	567	132 <sup>1</sup>
Pekingi kapsas / Pei-tsai cabbage 'Hibiini'	18	909	496	137 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> - Taimed üle kasvanud, tarbimiskõlbmatud / plants are overgrown, unusable

Mõnda köögivilja (porgand, redis jt.) koristatakse enne normaalse koristusküpsuse saavutamist ja lauskoristamist valikuliselt. Järgnevad autori katsetest pärinevad andmed kinnitavad, et normaalsest koristusajast varem koristatud köögivilja sisaldab tunduvalt rohkem nitraate.

Redis 'Või' talvekasvuhoones (n=9):

valikkoristamisel 3. märtsil ..... 1470 mg/kg,  
lauskoristamisel 9. märtsil ..... 1067 mg/kg

Porgand 'Nantes' mikropõldkatses (n=13):

valikkoristamisel 9. augustil ..... 458 mg/kg,  
lauskoristamisel 23. septembril ... 242 mg/kg

## KASVUTINGIMUSED

Nitraatide akumulatsioon taimedesse sõltub ühelt poolt nende nitraatidega varustatusest, s.t. nende hulgast ja kättesaadavusest mullas või kasvusubstraadis, ja teiselt poolt nitraatide taandumise tingimustest. Kõik tegurid, mis negatiivselt mõjutavad fotosünteesi ja lämmastikuühendite metabolismi, soodustavad nitraatide kogunemist taimekudedesse. Igasugused väliskeskkonna muutused mõjutavad nitraatreduktaasi aktiivsust ja sellega ka nitraatide assimileerumist taimedes.

Nagu teisedki köögiviljade kvaliteedi näitajad, nii sõltub ka nitraatidesisaldus kõige üldisemas loikes kliimavööndist, milles köögivilja on kasvatatud. Jahedamates põhjapoolsetes piirkondades kasvatatu sisaldab märksa rohkem nitraate kui lõunapoolsetes soojemates piirkondades, kus vegetatsiooniperiood on pikem ning soojust ja valgust rohkem.

Kasvutingimused, sh. ilmastik, valgus, niiskus, temperatuur, mulla omadused jms., mõjutavad saagi nitraatidesisaldust tihtipeale rohkem kui väetamine (Aubert, 1982 jt.). Köögiviljade nitraatidesisaldus sõltub ka mitmesugustest agrotehnilistest võtetest nagu külvikord e. viljavaheldus, mullaharimine, taimekaitse jms.

## AASTATE JA AASTAAEGADE ERINEVUS

Aastate erinevust tuleks vaadelda kui kompleksi, milles osalevad nii sademed, valgus, radiatsioon, temperatuur jne. See kompleks avaldab mõju eelkõige pikema kasvuaajaga köögiviljadele, nagu peakapsas, söögipeet jt., kuid lühiealiste kultuuride (näiteks redis, salat) puhul aastate erinevus saagi nitraatidesisalduses oluliselt ei kajastu.

Paljud teadlased (Temperli, 1982; Järvan, 1984; Venter, 1984; Järvan, 1987 jt.) on täheldanud, et nitraatide tase köögiviljades võib erinevatel aastatel tunduvalt erineda.

Köögiviljade nitraatide taseme kõikumine aastati nii avamaal kui katmikalal on suuresti tingitud globaalkiirgusest (Temperli, 1982; Roorda van Eysinga, Haren, 1984). Kõrge globaalkiirguse, pikaajalise päikesepeaste, kõrge keskmise temperatuuri ja ühtlase sademetejaotusega aastatel sisaldavad köögiviljad vähem nitraate kui vähese päikeseikiirgusega jahedatel aastatel.

Paljude autorite (Hoffmann, Bahn, 1965; Geissler, Geyer, 1980, jt.) arvates on kliimast ja aastate erinevusest tingitud köögiviljade keemilise koostise, sh. nitraatidesisalduse muutused suuremad kui lämmastikuga väetamisest tingitud erinevused. Soodsa ilmastikuga aastatel sisaldavad köögiviljad ka suurte lämmastikunormide korral suhteliselt vähe nitraate ja vastupidi, ebasoodsatel aastatel võib nitraatide tase tõusta juba madalate lämmastikunormide kasutamisel vägagi kõrgele. Näiteks päikesevaesel 1985. aastal, mil enam-vähem normaalse sademetejaotusega suvekuudele järgnes väga vihmane september, sisaldas söögipeet autori väetuskatsetes kontroll- e. väetisteta variandi kõigis kordustes nitraate juba üle lubatud piirnõrmi (keskmiselt 1480 mg/kg, tollal kehtis piirnõrmi 1400 mg/kg) tavalise sisalduse < 1000 mg/kg asemel.

Köögiviljade nitraatidesisaldust mõjutab tugevasti ka aastaaeg. Autori poolt Juuliku katsebaasi kasvuhoonetes 1987. ja 1988. a. nii talvel (jaanuarist märtsini) kui kevadel (aprillist maini), ühesuguse skeemi järgi tehtud väetiskatsetes ilmnes, et köögiviljade nitraatidesisaldus väga suuresti sõltub aastaajast (tabel 8). Kui redis ja salat sisaldasid talvel nitraate umbes 2...3 korda rohkem kui kevadel, siis pekingi kapsa ja spinati osas oli erinevus isegi 7...10-kordne. Kuna kasvuhoone tingimustes oli substraat, temperatuur ja niiskus enam-vähem ühtlased, siis oli nitraatidesisalduse suurenemine põhjustatud ilmselt talvekuudel valitsevast valguse ja radiatsiooni vaegusest.

Tabel 8

Aastaegade mõju kasvuhooneköögiviljade nitraatidesisaldusele (mg/kg)  
The effect of season on the nitrate content of greenhouse vegetables (mg/kg)<sup>1</sup>

Aastaeg Season	Redis Radish	Salat Lettuce	Pekingi kapsas Pei-tsai cabbage	Spinat Spinach
Talv / Winter	1176	1519	2082	4102
Kevad / Spring	488	442	303	423

<sup>1</sup> Igast köögiviljaliigist oli analüüsitud 32 proovi talvel ja 32 proovi kevadel  
From each kind of vegetables 32 samples was analysed in winter and 32 in spring

Saagi nitraatidesisalduse seisukohalt on väga olulised õige koristusaja valik ning koristuseelse ilmastiku mõningased parameetrid nagu päikeseikiirguse intensiivsus ja päikesepeaste kestus, temperatuur, mulla- ja õhuniiskus. Kui valgust ja soojust oli küllaldaselt ning suhteline õhuniiskus madal, siis alanes spinati nitraatidesisaldus nädala jooksul üle kahe korra (Hundt jt., 1986).

Eestis kasvatatud köögiviljade nitraatidesisalduse kohta on avaldatud andmeid Rooma ja kaastöötajate poolt (Rooma jt., 1980). Näiteks võrreldi 1969...1970 ja 1978...1979. a. kaubastatud köögiviljade nitraatidesisaldust ning tehti kindlaks, et 1978/79. aastaks oli nitraatidesisalduse tase kartulis ja mõnes köögiviljaliigis tõusnud isegi 4...5-kordseks. Autorite arvates oli selle põhjuseks "põhjendamatu mineraalväetiste koguste suurendamine põllumajanduspraktikas". Kuid statistiliste aruannete järgi suurenes Eestis köögiviljale antud keskmine lämmastikukogus ajavahemikus 1969/70 kuni 1978/79 146 kg-lt 157 kg-ni, s.o. vaid



11 kg võrra hektari kohta. Lämmastikunormi nii väike tõus ei saanud põhjustada köögiviljade nitraatidesisalduse mitmekordistumist, seda kinnitavad autori pikaajaliste katsete andmed. Köögiviljade nitraatidesisalduse muutuste põhjuste uurimisel kõrvutasime Rooma jt. poolt avaldatud nitraatidesisalduse andmed ilmastikku iseloomustavate näitajatega Tallinna ja Kuusiku hüdrometeoroloogiajaamade andmetel (1. juunist kuni 20. septembrini) (tabel 9).

Tabel 9

Köögiljade nitraatidesisaldus (mg/kg) ja ilmastikutingimused /The nitrate content of vegetables (mg/kg) and weather conditions

Aasta Year	Nitraatidesisaldus Nitrate content			Sademeid mm Precipitation mm	Päikesepais- telisi tunde Hours of sunshine
	kapsas cabbage	peet beetroot	porgand carrot		
1969				148	1088
1970	102	1143	254	192	954
1978	469	1752	283	471	790
1979				272	808

1978. ja 1979. aastal langes põhilisel kasvuajal, s.o. 1.juunist kuni 20. septembrini, sademeid keskmiselt 2,2 korda rohkem ja päikesepaistelisi tunde oli 1,3 korda vähem kui 1969. ja 1970. aastal. 1978. ja 1979. a. sademerohke ja päikesevaene ilmastik soodustas igati nitraatide akumulereimist taimedesse ning takistas nende taandumist. Vähesed sademetehulgaga ja päikeserohketel 1969. ja 1970. a. olid igati soodsad tingimused vähesel nitraatidesisaldusega saagi saamiseks.

#### NIISKUS (SADEMED)

Mulla ja õhu niiskuse ning köögiviljade nitraatidesisalduse vahelist sõltuvust on uurinud paljud teadlased ning olenevalt konkreetsetest oludest leidnud väga erisuguseid seoseid. Nagu teisedki taimekasvaks ebasoodsad tingimused, nii ka ebasoodne niiskusrežiim soodustab nitraatide akumulatsiooni.

Nitraatide kuhjumine võib aset leida mulla ja õhu madala niiskusesisalduse korral, kui mullalahuse kontsentratsioon on kõrge ning transpiratsioon kiire. Siis neelavad taimed rohkem nitraate, kui nad suudavad ümber töödelda.

Kui õhuniiskus on nii kõrge, et takistab aurumist, ka siis pidurdub nitraatide taandumine ja taimede nitraatidesisaldus tõuseb. Kõrge õhuniiskus takistab nitraatide liikumist transpiratsioonivooludega lehtedesse ning nad kuhjuvad taandumise kohtadest kaugemal olevates organites (Mengel, 1984).

Terav niiskuse puudus või liig põhjustab taimede stressi ning kutsub peaaegu alati esile nitraatide akumulatsiooni taimekudedesse (Rakipov, 1979).

Sademetega jaotumise ühtlikkus või ebahütlikkus mõjutab samuti saagi nitraatide-sisaldust. Kui sademed langevad vegetatsiooniperioodil ühtlaselt ja vastavalt taimede vajadustele, siis tavaliselt ei ole oodata suurt nitraatide akumulatsiooni. Kui aga pärast sademeterohket suve või sügist saabub kuiv periood, siis võib orgaanilise aine rikkal mullal mineralisatsioon toimuda väga kiiresti, kusjuures vabaneb lämmastikku, mida taimed ei jõua enam saagiks väärindada ning mis akumulereub nitraatidena (Mengel, Kirkby, 1979). Normaalse ilmastikuga aastal mõjub kuiv koristuseelne periood saagi kvaliteedile enamasti positiivselt.

See, et vegetatsiooniperioodi sademete hulk mõjutab köögiviljade nitraatidesisaldust, on selgunud ka autori katsetest. Söögipeedi külvielse väetamise katsetest võis ühtlasi järeldada,

et mida sademeterohkem oli kasvuperiood, seda rohkem akumulatsioon saagisse nitraate (tabel 10).

Tabel 10

Sademe mõju söögipeedi nitraatidesisaldusele (mg/kg) / The effect of precipitation on the nitrate content of beetroot (mg/kg)

Aasta Year	Sademed mm Precipitation (1.06...20.09)	Sordid / Varieties			
		‘Egiptuse’		‘Bordoo’	
		n	x	n	x
1972	358	40	2532	40	1915
1973	274	40	1928	40	1316
1974	255	40	1527	40	1031

Sama skeemi järgi korraldatud katsetes porgandiga sademete hulk nitraatidesisaldust ei mõjutanud.

Sademe mõju saagi nitraatidesisaldusele avaldus ka valge peakapsa pealväetamiskatsetes (tabel 11). Katsed toimusid kõigil neljal aastal ühesugustes mullastikutingimustes ning ka ilmastiku teised tegurid, sh. radiatsioon ei erinenud oluliselt.

Tabel 11

Sademe mõju valge peakapsa ‘Amager’ nitraatidesisaldusele (mg/kg) / The effect of precipitation on the nitrate content of white head cabbage ‘Amager’ (mg/kg)

Aasta Year	Sademed mm Precipitation mm (1.06...20.09)	n	Nitraatidesisaldus Nitrate content
1977	257	32	75
1978	500	32	287
1979	344	32	110
1980	249	32	96

Selgus, et peakapsa nitraatidesisaldus sõltus väga oluliselt vegetatsiooniperioodi sademete hulgast. Nii oli 1978. aastal, millal sademeid langes ligi kaks korda rohkem kui 1977. aastal, kapsas nitraate umbes neli korda rohkem.

**Vihmutamine.** Vihmutamise mõju köögiviljade nitraatidesisaldusele oleneb paljudest teguritest nagu looduslike sademete hulk ja jaotumine, mullaliik ja selle lämmastikühendite sisaldus, kastmishorm ja -aeg, kastmisvee kvaliteet jms. Vihmutamise mõjust saagi nitraatidesisaldusele leidub kirjanduses üsnagi vasturääkivaid andmeid.

Leidub viiteid (Rakipov, 1979), et vihmutamine on soodustanud nitraatide kogunemist köögiviljadesse. Rida autoreid (Wohlrab, 1984; Paschold jt., 1985 jt.) aga märgib, et kui vihmutada vastavalt taimede vajadustele ja mulla niiskusele, siis on võimalik saagi nitraatidesisaldust alandada.

Väga oluline on kastmis- või vihmutusvee kvaliteet. Kui kastetakse nitraatiderohke veega, siis võib nitraatidesisaldus köögiviljades märgatavalt suureneeda.

Avamaaköögiviljade vihmutamine tuleb lõpetada aegsasti (säilitatavatel köögiviljadel vähemalt 3...4 nädalat enne koristamist), et vältida mullast üha uute lämmastikühendite vabanemisel nende omastamist juurte poolt, mille tulemuseks oleks nitraatide akumulatsioon saagisse.

Autori poolt korraldatud pealtväetamiskatsetes vihmutati nelja korduse katselappe (katsed tehti 8 korduses) juuli keskpaigast kuni augusti keskpaigani kolmel korral. Kapsas sai lisavett kokku 80 mm, porgand ja kaalikas 55 mm. Looduslikke sademeid langes vegetatsiooniperioodil kokku vaid 170 mm. Mullaniiskus vihmutamata katseosal oli ainult 40...52 % väliveemahutavusest, vihmutatud katselappidel ulatus see 61...78 %-ni. Keskmised tulemused katsete kontrollvariandi ja ühe pealtväetusvariandi ( $N_{50}K_{60}+N_{50}$ ) nitraatidesisalduse kohta vihmutamata ja vihmutatud katselappidel on esitatud tabelis 12.

Tabel 12

Vihmutamise ja pealtväetamise mõju köögiviljade nitraatidesisaldusele (mg/kg) 1976. a.  
The effect of irrigation and top dressing on the nitrate content of vegetables (mg/kg) in 1976

Katsevariandid / Treatments	Kapsas Cabbage	Kaalikas Swede beet	Porgand Carrot
Vihmutamata / No irrigation			
Pealtväetiseta/ no top dressing	53	161	135
Pealtväetisega/ top dressing	129	286	188
Vihmutatud / Irrigated			
Pealtväetiseta/ no top dressing	96	172	154
Pealtväetisega/ top dressing	157	315	167
PD <sub>0,05</sub>	24,3	51,9	30,4

Vihmutamine suurendas kapsa nitraatidesisaldust pealtväetiseta katselappidel 81 % ja pealtväetatud lappidel 22 % võrra. Kaalika ja porgandi nitraatidesisaldust vihmutamine ei mõjutanud, erinevused jäid katsevea piiridesse.

## VALGUS

Valgus on üks olulisemaid põllumajandustoodangu nitraatidesisalduse mõjutajaid. Seda peetakse märksa tugevamaks mõjuriks kui lämmastikväetisi (Temperli, 1980; Aubert, 1982). Väga paljud teadlased seavad nitraatidesisaldust mõjutavatest keskkonnatingimustest esikohale just valguse.

Valguse puudusel pidurdub fotosüntees ja süsivesikute teke, mis aeglustab taime poolt omastatud nitraatide lülitumist fotosünteesiprotsessidesse ning suur osa neist jääb muutumatul kujul taimekudedesse. Intensiivne valgus seevastu soodustab nitraatide taandumist.

Köögiviljade nitraatidesisaldus sõltub ka valguspäeva pikkusest. Mida pikem see on, seda vähem nitraate akumulereerub.

Väga tugevasti mõjutavad köögiviljade nitraatidesisaldust koristuseelse perioodi valgustingimused. Kui sel ajal on valdavalt päikesepaistelised päevad, siis väheneb saagi nitraatide tase kiiresti.

1988. a. septembris määrati mõnede köögiviljaliikide nitraatidesisaldus Sakus koduaia päikesepaistelisel ja õunapuude võradest varjutatud kasvukohtadel (tabel 13).

Tabel 13

Kasvukoha valgusolude mõju köögiviljade ja kartuli nitraatidesisaldusele (mg/kg) / The effect of light conditions on the nitrate content of vegetables and potatoes

Taimeliik, sort Species, variety	n	Kasvukoht / Conditions of growth	
		päikeseline / sunny	poolvarjus / half shady
Söögipeet / Beetroot 'Regala'	8	806	1433

Porrulauk / Leek 'Kamusch'	8	241	290
Rabarber / Rhubarb 'Suttoni'	4	269	410
Seller / Celery 'Jose',			
lehed / leaves	6	65	117
juurikad / roots	6	56	74
Kartul / Potato 'Ando'	8	61	88

Selgus, et varjulises kasvukohas akumulerevad köögiviljad märksa rohkem nitraate kui päikesele avatud kasvukohal. Köögiviljaliigid reageerivad valguse nappusele erinevalt, antud juhul suurenes kõige enam (kuni 80 %) söögipeedi ja sellerilehtede nitraatidesisaldus.

Kuna valgus mõjutab köögiviljade nitraatidesisaldust üsna tugevasti, tuleks seda silmas pidada eriti nitraate akumulerevate liikide puhul ning kasvatada neid võimalikult valgusküllasel kasvukohal. Põllu tingimustes saab taimede valgusolusid mõnevõrra parandada õige kasvatiheduse või istutusskeemi valiku ja umbrohutõrjega.

**Lisavalgustamine katmikalal.** Kasvuhoones kasvatatud köögiviljad on teatavasti palju nitraatiderikkamad kui samad liigid avamaal kasvades. Selle peamiseks põhjuseks on halvad valgusolud. Valgusepuudusele kasvuhoones reageerivad mõned liigid eriti järsu nitraatidesisalduse tõusuga.

Ilma lisavalgustusega ei suuda taimed talvekuudel efektiivselt lämmastikväetisi kasutada. Mida intensiivsem on lisavalgustus, seda täielikumalt kasutatakse taimetoitaineid saagi moodustamiseks ning seda vähem jääb köögiviljadesse taandumata nitraate.

Peale valgustugevuse mõjutab kasvuhooneköögiviljade nitraatidesisaldust ka lisavalgustamise kestus. Mida pikema aja jooksul ööpäevas taimi valgustada, seda madalama nitraatide tasemega saak saadakse.

Autor korraldas Juuliku katsebaasi talvekasvuhoones aastail 1986...1989 jaanuarist kuni märtsini katsed mõnede nitraate rohkesti akumulerevate köögiviljadega lisavalgustuse intensiivsuse mõju uurimiseks (tabel 14). Taimi valgustati 10 tundi päevas DRL-tüüpi lampidega, kusjuures katsevariandid olid järgmised:

1. variant - tugev valgustus, 10...12 tuhat luksi;
2. " - normaalne valgustus, 8...10 tuhat luksi;
3. " - nõrk valgustus, alla 5 tuhande luksi;
4. " - lisavalgustusega.

Tabel 14

Lisavalgustuse mõju köögiviljade nitraatidesisaldusele (mg/kg) ja saagikusele (g/nõu) / The effect of extra lighting on the nitrate content (mg/kg) and yield (g/vessel) of vegetables

Valguse intensiivsus Intensity of lighting	Salat / Lettuce 'Cheshunt' (n=16)		Pekingi kapsas Pe-tsai cabbage 'Hibiini' (n=16)		Redis / Radish 'Või' (n=12)	
	N	S	N	S	N	S
Tugev/ Intense	2117	298	3295	391	1284	170
Normaalne/ Normal	2444	270	4032	342	1622	165
Nõrk/ Weak	2867	220	4495	270	2473	104
Lisavalgustusega/ Without extra lighting	2615	88	4686	91	-	-

N - nitraatidesisaldus / content of nitrates,  
S - saagikus / yield

Katsed näitasid, et talveperioodil Eesti tingimustes köögiviljade kasvatamine ilma lisavalgustamiseta ei ole praktiliselt võimalik. See ei õnnestu ka nõrgal lisavalgustamisel (alla 5000 luksit), sest siis on saak väike, kuid nitraatidesisaldus väga suur. Tervishoiuorganite poolt kehtestatud piirnormidele (salat ja pekingi kapsas 2500, redis 1500 mg/kg) vastava nitraatidesisaldusega salati ja redise saamiseks aasta I kvartalis tuleb Eestis rakendada taimede lisavalgustamist intensiivsusega vähemalt 10 000 luksit 10 tunni jooksul ööpäevas. Normile vastavat pekingi kapsast aga pole talvel ja varakevadel võimalik toota isegi mitte tugeva lisavalgustamisega.

## TEMPERATUUR

Temperatuuri mõju taimse toodangu nitraatidesisaldusele on raske määratleda, sest ta mõjutab nii mineralisatsiooni ja nitrifikatsiooni mullas kui ka toitainete omastamist, liikumist ja assimilatsiooni. Temperatuur on tavaliselt alati koosmõjus paljude teiste teguritega nagu valgus, mulla ja õhu niiskus, lämmastiku kättesaadavus jne. Kui õhutemperatuur ei tõuse või ei lange selliste äärmuslike piirideni, mis võiks taimel stressi põhjustada, siis ta nitraatide akumulatsiooni otseselt esile ei kutsu.

Kirjanduses leidub üldsõnalisi andmeid, et madalad temperatuurid võivad põhjustada köögiviljades nitraatide akumulatsiooni. Kuid seda võivad esile kutsuda ka liiga kõrged õhutemperatuurid, sest sel juhul transpiratsioon kiireneb ning koos niiskusega omastab taim juurte kaudu ka rohkem nitraate, kui ümber töödelda suudab. Üldiselt mõjutavad igasugused järsud temperatuuri muutused köögiviljade nitraatidesisaldust.

Saagi nitraatidesisaldus sõltub ka sellest, milline on temperatuur koristuseelsel perioodil. Kui ilm on mõõdukalt soe ja päikesepaisteline, siis väheneb nitraatide tase iga päevaga. Teisest küljest aga, kui muld on kiire mineraliseerumise võimega, siis võib soojade ilmadega mullast vabaneda üha enam mineraalset lämmastikku, mida taimed küll omastavad, kuid ei suuda enam kvaliteetseks saagiks väärindada. Seepärast soovitataksegi nitraate rohkesti koguvaid köögiviljaliike koristada pärast jahedat päikesepaistelist ja sademeteta perioodi (Paschold, 1985).

Üldjoontes mõjutab temperatuur taimede nitraatidesisaldust vaid kaudselt seoses toimega taimede veemajandusele ja nitraatide omastamisele ning mulla toitainete kättesaadavaks muutmisel.

## MULD

Mullaerim ja lõimis mõjutavad oluliselt köögiviljade nitraatidesisaldust. Kui väetamine ja muud kasvutingimused on ühesugused, siis kõige madalama nitraatidesisaldusega, kuid enamasti ka madalaim saak kasvab kergedel liivmuldadel. Kergemad mullad ei suuda lämmastikku kuigi kaua kinni pidada ja sealt leostub teda sademetega rohkem välja. Raskema lõimisega hea neelamismahutuvusega mullad suudavad taimi lämmastikuga varustada veel üsna pikka aega pärast väetiste muldaviimist. Raskematel muldadel on taimedel lämmastiku omastamise periood pikem ning võib tekkida oht, et liiga suures koguses või kasvuperioodi lõpu poole omastatud nitraadid ei jõua taanduda ning akumulatsioon saagis (Järvan, 1984).

Tugevasti mõjutab köögiviljade nitraatidesisaldust mulla huumusesisaldus. Huumusrikastel muldadel kasvanud köögiviljade nitraatidesisaldus võib lubatud piirkontsentratsioone ületada isegi ilma lämmastikväetisi kasutamata.

Mida intensiivsemalt toimub huumuse ja orgaanilise aine mineraliseerumine, seda rohkem nitraate kuhjub taimedesse.

Kõrge nitraatidesisalduse poolest paistavad silma kuivendatud turvasmuldadel kasvatatud köögiviljad (Kobel, 1981; Paschold, 1985). Eriti palju nitraate akumulatsioon saagis, kui turvasmullas on fosfori ja kaaliumi defitsiit (Ivaštšenko, 1986).

Et toimuks normaalne nitraatide taandumine, peab taim mullast saama ka vajalikke raskmetalle, eriti molübdeeni, kuid ka kaltsiumi, magneesiumi, mangaani ja teisi, mis aktiveerivad nitraatide taandamist katalüüsivaid ensüüme.

Ka autori andmetel sõltub köögiviljade nitraatidesisaldus mulla omadustest. Uurimistöö käigus võeti köögiviljaproove ka erinevatel muldadel paiknevatelt, kuid lähestikku asuvatelt põldudelt, kus kasvatati sama sorti ning ka külviaeg ja agrotehnika olid ühesugused. Selgus, et kuivendatud turvasmullal kasvatatud porgand sisaldas alati rohkem nitraate kui mineraalmullal kasvanu (tabel 15).

Tabel 15

Mulla mõju porgandi nitraatidesisaldusele (mg/kg) / The effect of soil on the nitrate content of carrot (mg/kg)

Proovi võtmise aeg ja koht Site and time of sampling	Sort Variety	n	Mineraalmuld Mineral soil	Turvasmuld Peat soil
Tartumaa, Uula, 1972	‘Nantes’	6	403	459
Harjumaa, Vaida, 1972	‘Flakkeer’	6	211	559
Viljandimaa, Auksi, 1991	‘Marktgärtner’	8	127	184
Viljandimaa, Auksi, 1991	‘Lange rote’	8	202	237

## KASVUTIHEDUS

Köögiviljade nitraatidesisalduse ja kasvutiheduse vahelist seost võib vaadelda kahest aspektist lähtudes. Esiteks, taimede kasvutihedus ja paigutus pinnaühikul mõjutab otseselt valgustingimusi taimelehtede piirkonnas. Mida rohkem on taimi pinnaühikul ja mida tihedamini nad reas paiknevad, seda rohkem nad varjutavad üksteist, seda halvemad on nitraatide taandumise tingimused lehtedes.

Köögiviljade nitraatidesisaldust mõjutab ka reavahe laius, kui külvinorm või taimede arv pinnaühikul on ühesugune. Kitsama reavahe korral jaotuvad taimed pinnal ühtlasemalt, seega valgustingimused on paremad.

Teisest aspektist lähtudes võib taimede kasvutiheduse ja nitraatidesisalduse vahelist sõltuvust käsitleda seoses mullaviljakusega. Toitainevaesel mullal hõreda taimede seisu korral ei ulatu nitraatide tase taimes tavaliselt kuigi kõrgele. Kui aga mullas on taimetoitaineid (eriti lämmastikku) mõõdukalt või rohkesti, siis omastavad optimaalsest hõredamalt kasvavad taimed nitraate märksa suuremalt toitepinnalt ja märksa suuremas koguses, kui suudavad töödelda. Esineb lämmastiku nn. luksustarbimine.

Järelikult, et vältida liigset nitraatide kuhjumist köögiviljadesse, tuleb tagada optimaalne kasvutihedus ning selline külvi- või istutuskeem, kus taimed jaotuksid pinnal võimalikult ühtlaselt.

## UMBROHUD JA HERBITSIIDIDE KASUTAMINE

Umbrohud on kultuurtaimede konkurentideks mulla toitainete omastamisel, niiskuse ja valguse kasutamisel. Mida tugevam on umbrohtumine, seda halvemad on põllukultuuride kasvutingimused. Tugevakasvulised umbrohud varjutavad kultuurtaimi, valguse vaegusel aeglustuvad nendes ainevahetusprotsessid, sh. juurte kaudu vastu võetud nitraatide taandumine. Nitraatide normaalset taandumist võib häirida ka intensiivselt vett tarbivate umbrohtude poolt tekitatud niiskusepuudus mullas. Üldreeglina sisaldavad köögiviljad umbrohtunud põllul alati rohkem nitraate kui mehaaniliselt haritud umbrohu puhtal põllul.

1984. aastal määrati ühel tugevasti umbrohtunud põlluserval kasvanud söögipeedi nitraatidesisaldus. See saak praktiliselt ikaldus ning saadi vaid üksikuid väikesi juurikaid, mille nitraatidesisaldus oli keskmiselt 1486 mg/kg. Sama põllu korralikult rohitud osal oli sama suurte söögipeetide (läbimõõt 6...9 cm) nitraatidesisaldus keskmiselt 1090 mg/kg.

Kui umbrohutõrjeks kasutatakse herbitsiide, võib see saagi ja muude kvaliteedinäitajate kõrval mõju avaldada ka saagi nitraatidesisaldusele.

On täheldatud (Aleksejev, 1978; Aubert, 1982), et teatud tüüpi herbitsiidide toimel intensiivistub nitraatide kogunemine taimedesse, kuna lämmastiku metabolism on sel juhul häiritud. Herbitsiidide toime köögiviljade nitraatidesisaldusele võib oleneda mitmest tegurist, näiteks herbitsiidi koostisest, normist ja kasutamisaajast, mulla omadustest, ilmastikust jne.

Autor uuris mikropõldkatsetes herbitsiidide mõju porgandi ja söögipeedi saagile ning saagi kvaliteedile, sh. nitraatidesisaldusele. Et katsete eesmärgiks oli selgitada nende herbitsiidide mitte kui umbrohtude hävitajate efektiivsust, vaid kui teatud keemiliste ühendite toimet kultuurtaimede, siis rohiti kõiki katsevariante käsitsi. Herbitsiidid ei mõjutanud juurviljade saagikust. Andmed saagi nitraatidesisalduse kohta on esitatud tabelis 16.

Tabel 16

Herbitsiidide mõju porgandi ja söögipeedi nitraatidesisaldusele (mg/kg) / The effect of herbicides on the nitrate content of carrot and beetroot (mg/kg)

Katsevariant / Treatment	1972	1973	1974	Keskmine Average
<b>Porgand / Carrot 'Nantes'</b>				
kontroll/ control	453	128	109	230
prometriin 5 kg/ha	385	81	99	188
PD <sub>0,05</sub>	97	24	19	
<b>Söögipeet / Beetroot 'Bordoo'</b>				
kontroll/ control	1236	339	343	639
püramiin 6 kg/ha	1905	365	462	911
PD <sub>0,05</sub>	216	55	76	

Prometriini mõju porgandi nitraatidesisaldusele oli kõigil kolmel katseaastal ühesuunaline, tema mõjul vähenes nitraatide akumulatsioon juurviljadesse. Püramiin aga soodustas nitraatide kogunemist söögipeedisse, kusjuures eriti tähelepanuväärne oli see sademeterohkel 1972. aastal.

Seega teatud herbitsiidide kasutamine võib suurendada köögiviljade nitraatidesisaldust.

#### TAIMEHAIGUSED JA -KAHJURID

Paljud taimekahjustajad (haigused ja kahjurid) parasiteerivad lehtedel ning vastavalt kahjustuse astmele vähendavad lehtede aktiivset pinda olulisel määral või hävitavad lehestiku hoopiski. Kuna aga põhiline nitraatide taandumine toimub lehtedes, ei jäta nende enneaegne hävimine mõju avaldamata ka saagi nitraatidesisaldusele.

Taimedes toimuvate patogeensete bioloogiliste protsesside ja taimehaigustest ning -kahjuritest tingitud fotosünteesi häiretega kaasneb nitraatide kuhjumine taimekudedesse märkimisväärtes kogustes (Paschold jt., 1985; Aleksejev, 1978). Madalama nitraatidesisaldusega saagi saamiseks peetakse muuhulgas vajalikuks tagada taimekaitse- jt. agrotehniliste võtetega terve lehestiku säilimine kuni koristamiseni.

1984. aasta septembris Juuliku katsebaasi tootmispõllult võetud peakapsa (sort 'Amager') proovides oli nitraatidesisaldus tervete lehtedega taimedes keskmiselt 117 mg/kg,

kapsalibrika röövikute poolt massiliselt roodatud lehtedega taimedes aga 158 mg/kg. Kahjustatud taimedel jäid ka pead tunduvalt väiksemaks.

Suurt kahju tekitavad taimehaigused ja -kahjurid kasvuhoonetes, sest sagedakorjelistel köögiviljadel, sh. kurgil ja tomatil ei saa keemilist tõrjet tihtipeale rakendada, bioloogiline tõrje aga võib mõnikord jääda väheefektiivseks.

1988...1991. a. nitraatidealases lepingulises uurimistöös Saue Agrofirma katmikalal täheldas autor, et sageli kõige valgusrikkamal perioodil mais-juunis hakkas kurgi nitraatidesisaldus mõnes kasvuhoones ootamatult suurenema ning ulatus vahel isegi üle lubatud piirnõrmi (300 mg/kg). Substraadi nitraatlämmastikusisaldusega seda seostada ei saanud, sest lämmastiktoitumise tase oli enamasti madal kuni mõõdukas. Kurgiviljade suurenenud nitraatidesisalduse põhjus peitus tõenäoliselt taimede tervislikus seisundis, mis järsult hakkas halvenema enamasti mai lõpust alates. Levisid peamiselt kurgi-jahukaste, kurgi-närbumistõbi, kahjuritest kasvuhoonekarilane ja ripslased. Kahjustatud taimedel vähenes normaalset fotosünteesi võimaldav lehepind kiiresti ning tavaliselt juuli lõpuks oli juba kogu lehestik hävinud. Haigustest ja kahjuritest tabandunud kasvuhoonetes oli taimede saagikus madal ning kurkide nitraatidesisaldus oli suveperioodi tavapärasest märksa kõrgem.

#### KASVATAMINE KASVUHOONETES JA AJUTISTE KATETE ALL

Kirjandusest võib leida arvukalt viiteid selle kohta, et kasvuhooneköögivilil on nitraatiderikkam kui samad liigid avamaal. See on tingitud arvukate tegurite kompleksist, millest iga üksiku osatähtsust on raske määratleda. Olulisimaks nitraatide kuhjumise tingimuseks on kindlasti valgusolud, eriti neil juhtudel, kui ei kasutata lisavalgustamist. Kasvuhoonetes on soojus- ja niiskus-, sageli ka taimede toitumistingimused ühtlasemad ja paremad, mistõttu nitraate omastatakse rohkesti, kuid nende taandumine jääb enamasti ebatäielikuks.

Nitraatiderikkam köögivilil kasvab vanades, mustunud klaasidega või tuhmunud kilekattega ja valgust varjava konstruktsiooniga kasvuhoonetes.

Köögiviljade kasvatamisel kiletunnelite ja karkassita lauskilekatete all tuleb juba ette arvestada sellega, et nende nitraatidesisaldus on tavaliselt kõrgem kui avamaal kasvatades. Kilekatete all oleva kõrgema temperatuuri ja suurema niiskuse tingimustes toimub orgaanilise aine aktiivne mikrobioloogiline lagundamine, mille tulemusena taimedel jätkub lämmastikku isegi siis, kui mineraalväetisi ei kasutatagi. Katete all on aga valgust vähem, mistõttu pidurdub taimede poolt omastatud nitraatide taandumine.

Tabelis 17 on toodud võrdlevad andmed mõnede Sakus avamaal ja püsi- (klaaskasvuhoone) või ajutiste katete (kiletunnel, perforeeritud lauskile, kilemultš) all kasvatatud köögiviljade nitraatidesisalduse kohta. Võrreldi vaid ühesugusest külvi- või istutusajast kasvatatud taimede nitraatidesisaldusi. Kõik köögiviljad kasvasid huumusrikkal mineraalmullal ning neid väetati vastavalt kultuuri vajadustele ühtemoodi nii avamaal, kasvuhoones kui ka katete all.

*Tabel 17*

Köögiviljade nitraatidesisaldus (mg/kg) avamaal ning püsi- ja ajutiste katete all / The nitrate content (mg/kg) of vegetables on open ground and under permanent and temporary covers

Kultuur, sort Crop, variety	Proovide võtmise aeg Time of sampling	n	Klaaskasvu- hoone Glass greenhouse	Kiletunnel Plastic tunnel	Perforeeritud lauskile Perforated plastic film	Kilemultš Plastic mulch	Avamaa Open ground
Salat Letture 'Cheshunt'	1985 mai	8	917	1086	-	-	-
Redis Radish 'Või'	1985 mai	8	664	845	-	-	596



Rabarber							
Rhubarb							
'Suttoni'	1985 mai	4	-	-	-	1086	804
Paprika							
Cayenne							
pepper							
'Podarok							
Moldovõ'	1982 aug.	9	20,8	31,4	-	-	18,5
Lillkapsas							
Cauliflower							
'Progress'	1987 juuli	9	-	147	115	-	132 <sup>1</sup>
Peakapsas							
White head							
Cabbage							
'Kuusiku							
varajane'	1987 juuli	9	-	870	918	-	614
Kurk							
Cucumber							
F <sub>1</sub> 'Nanet'	1989 juuli	9	-	142 <sup>2</sup>	-	129	86

<sup>1</sup> Mittekoriustküpsed õisikud / unmatured inflorescences

<sup>2</sup> Kilemultš + kiletunnel / plastic mulch + plastic tunnel

Nitraatiderikkaim köögivili kasvas kiletunnelite all. Selle peamiseks põhjuseks oli tõenäoliselt valgusepuudus, sest aja jooksul kile läbipaistvus väheneb oluliselt ja mitmendat hooaega kasutusel olevate tunnelite all (ka kilekasvuhoonetes) on taimedel valgust napilt. Taimedele mõnevõrra ebasoodsalt, kuid nitraatide akumulatsiooni soodustavalt võis mõjuda ka tunnelite ebaõigel õhutamisel tekkiv kõrge temperatuur ja õhuniiskus.

Kilemultši kasutamisel suurenes rabarberi ja kurgi nitraatidesisaldus vastavalt 35 ja 50 % võrreldes katteta kasvanud köögiviljadega. Valgusolud olid mõlemal variandil ühesugused. Kilega multšitud köögiviljade suurem nitraatidesisaldus oli tõenäoliselt tingitud soojemas ja niiskemas mullas sõnnikust aktiivselt vabaneva lämmastiku paremast kättesaadavusest.

Avamaal ja klaaskasvuhoones kasvatatud redise ja paprika nitraatidesisaldused erinesid vähe (vaid 10 %), sest kasvuhoones oli valgust küllaldaselt.

## KOKKUVÕTE

1. Nitraatide akumulatsioonitaseme järgi võib köögiviljad rühmitada järgmiselt:

- >2500 mg/kg: pekingi kapsas, spinat, salat, lehtseller, lehtpetersell;
- 1000...2500 mg/kg: söögipeet, redis, rõigas, nuikapsas;
- 400...1000 mg/kg: valge peakapsa varased sordid, rabarber, porrulauk, kõrvits, kabatšokk;
- 100...400 mg/kg: valge peakapsa hilised sordid, porgand, kaalikas, kurk, juurseller, juurpetersell, lillkapsas, mustjuur;
- <100 mg/kg: tomat, paprika, sibul, küüslauk, aedhernes, aeduba, rooskapsas.

2. Ühe ja sama köögivilja erinevad sordid võivad nitraate akumuloida väga erineval määral. Akumulatsiooni intensiivsus oleneb sordi morfoloogilistest ja geneetilistest iseärasustest ning kasvuperioodi pikkusest. Varased sordid koguvad rohkem nitraate kui hilise(ma)d. F<sub>1</sub>-hübriidid sisaldavad tavaliselt vähe nitraate.

3. Kõõgiviljade erinevad organid ja nende osad sisaldavad erineval määral nitraate. Rohkesti akumulatsioon nitraate vartesse, jämedamatesse leheroodudesse ja välimistesse lehtedesse. Suuremamõõdulistes kõõgiviljades on nitraatide kontsentratsioon suurem kui samades tingimustes kasvanud väiksemates kõõgiviljades.

4. Taimede arengu algfaasides on nitraatidesisaldus kõige suurem, hiljem hakkab see pidevalt alanema ning jõuab miinimumi koristamise ajaks.

5. Erinevate aastate ilmastikutingimuste muutlikkus põhilisel taimekasvuperioodil mõjutab oluliselt kõõgiviljade nitraatidesisaldust.

6. Vegetatsiooniperioodi sademete hulk ning kõõgiviljade nitraatidesisaldus on positiivses korrelatsioonis.

Vihmutamisega saab mõjutada kõõgiviljade nitraatidesisaldust. Vihmutusjärgsel perioodil nitraatidesisaldus üldiselt tõuseb, kuid see on eelkõige ilmastikust, mullast, kõõgiviljaliigist jt. teguritest.

7. Valgus mõjutab kõõgiviljade nitraatidesisaldust väga tugevasti. Intensiivne lisavalgustamine talvekuudel võimaldab alandada kasvuhoonekõõgiviljade (pekingi kapsas, salat, spinat, redis) nitraatidesisaldust.

8. Kuivendatud turvasmullal kasvatatud kõõgivilja sisaldab rohkesti nitraate.

9. Teatud herbitsiidide kasutamine võib suurendada kõõgiviljade nitraatidesisaldust.

10. Taimahaiguste ja -kahjurite poolt nõrgestatud kõõgiviljade saagis akumulatsioonitakse rohkem nitraate kui kahjustamata taimedes.

11. Avamaal kasvatatud kõõgivilja sisaldab vähem nitraate kui samal kasvuajal kasvuhoonetes või ajutiste katete (kiletunnel, kilemultš, perforatsioonilised lauskilekate) all kasvatatud kõõgivilja.

## KIRJANDUS

- Aleksejev: Алексеев Ю. В. Качество растениеводческой продукции. - Ленинград, 1978. - 256 с.
- Aubert, C. Wie kann man nitratarmes Gemüse ernten. - Garten Organisation, Bd. 1, S. 10...12, 1982.
- Barker, A. V., Maynard, D. N., Mills, H. A. Variations in nitrate accumulation among spinach cultivars. - J. Amer. Soc. Hort. Sci., vol. 99, p. 132...134, 1974.
- Behr, U., Wiebe, H.-J. Beziehungen zwischen dem Gehalt an Nitrat und anderen Osmotica des Zellsaftes bei Kopfsalatsorten. - Gartenbauwissenschaft, Nr. 5, S. 206...210, 1988.
- Frommberger, R. Nitrat, Nitrit, Nitrosoamine in Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft. - Landwirtsch. Forsch., Kongressband, S. 298...305, 1984.
- Geissler, T., Geyer, B. Die Wirkung einer Stickstoffdüngung auf die Qualität von Feldgemüse. - Archiv f. Gartenbau, Nr. 4, S. 199...207, 1980.
- Hageman, R. H., Flesher, D. Nitrate reductase activity as affected by light and nitrate content of nutrient media. - Plant Physiol., vol. 35, No. 5, p.700...708, 1960.
- Hoffman, E., Bahn, E. Die Auswertung langjähriger Reihen von Feldversuchserträgen in Verbindung mit agrarmeteorologischen Daten. - Albr. Thaer-Arch., Bd. 9, H. 7, S. 677...701, 1965.
- Hundt, I., Paschold, P.-J., Podlesak, W. Untersuchungen zum Einsatz der Pflanzenanalyse für die Vorausschätzung des Nitratgehaltes von Spinat und Möhre zur Ernte. - Archiv f. Gartenbau, Bd. 34, H. 5, S. 253...261, 1986.
- Ivaštšenko: Ивашенко А. И. Качество моркови можно регулировать. - Картофель и овощи, N 6, с. 28...29, 1986.
- Järvan, M. Kõõgiviljad ja tervis. - Sotsialistlik Põllumajandus, nr. 16, lk. 36...37, 1984.
- Järvan, M. Kõõgiviljade nitraatidesisalduse sõltuvus ilmastikust. - EMMTUI teadlaste soovitusel tootmisele. - Tln., lk. 99...102, 1987.

- Kobel, F. Stickstoffdüngung und Nitratproblem im Gemüsebau. - Gartenbauwirtschaft, Nr. 12, S. 222...223, 1981.
- Mengel, K. Aufnahme und Reduktion von Nitrat sowie Nitratgehalte in Pflanzen. - Landw. Forsch., Kongressband, S. 146...157, 1984.
- Mengel, K., Kirkby, E. A. Principles of plant nutrition. - Bern/Switzerland, 1979. - 593 pp.
- Paschold, P.-J. Einfluss agrotechnischer Massnahmen auf den Nitratgehalt von Spinat. - Gartenbau, H. 10, S. 297...299, 1985.
- Paschold, P.-J., Hundt, I., Podlesak, W. Senkung des Nitratgehaltes von Spinat und Speisemöhren durch agrotechnische Massnahmen sowie Kontrolle des Nitratgehalts vor der Ernte durch Anwendung eines Schnelltests. - Gartenbau, H. 3, S. 77...78, 1985.
- Rakipov: Ракипов Н. Г. Поступление и накопление нитратов в растениях. - Итоги науки и техники. Почвоведение и агрохимия, 3. - Москва, с. 85...144, 1979.
- Richardson, W. R. Nitrates in vegetable foods, in cured meat and elsewhere. - J. Amer. Chem. Soc., vol. 29, p. 1757...1767, 1907.
- Rooma jt.: Роома М. Я., Яковлева Е. С., Лутсоя Х. И. Сравнительное изучение содержания нитратов в растительных продуктах в 1969/70 гг. и 1978/79 гг. - Минеральные удобрения и качество пищевых продуктов. - Тезисы докладов республиканского симпозиума. - Таллин, с. 161...163, 1980.
- Roorda van Eysinga, Haren, G. Nitrate in vegetables under protected cultivation. - Acta Hortic., vol. 145, p. 251...256, 1984.
- Schuphan, W. Biochemische Stoffbildung bei *Brassica oleracea L.* in Abhängigkeit von morphologischen und anatomischen Differenzierungen ihrer Orange. - Ztsch. Pflanzenzüchtung, Bd. 39, S. 127...136, 1958.
- Sokolov: Соколов О. А. Особенности распределения нитратов в овощах. - Картофель и овощи, N 6, с. 21...23, 1987.
- Temperli, A. Nitrat im Gemüse. - Gartenbau, Bd. 101, Nr. 14, S. 681...682, 1980.
- Temperli, A. Künsch, U., Schärer, H. Einfluss zweier Anbauweisen auf den Nitratgehalt von Kopfsalat. - Schweiz. Landw. Forsch., Bd. 21, H. 3/4, S. 167...196, 1982.
- Venter, F. The nitrate content of vegetable plants. - Abstracts II International Symposium on vegetable quality. - Tiraspol, p. 100...101, 1981.
- Venter, F. Nitratgehalt in Gemüse - Lokalisierung und jährliche Schwankungsmöglichkeiten. - Landw. Forsch., Kongressband, S. 277...287, 1984.
- Wedler, A. Untersuchungen über Nitratgehalte in einigen ausgewählten Gemüsearten. - Landw. Forsch., Bd. 36, Sonderheft, S. 128...137, 1979.
- Wohlrab, B. Nitrat - Entstehung, Ansammlung und Wirkung in der Biosphäre unter besonderer Berücksichtigung seiner Verlagerung ins Grundwasser. - Landw. Forsch., Kongressband, S. 78...91, 1984.

## THE DEPENDENCE OF NITRATE CONTENT OF VEGETABLES ON BIOLOGICAL PECULIARITIES AND GROWTH CONDITIONS

M. Järvan

### Summary

Field and greenhouse vegetables experiments (1972...1992) have indicated, that the nitrate content of vegetables depends, in addition to fertilization also on several other factors, e.g. on the biological peculiarities of vegetables and on growth conditions.

There was a major dependency between the nitrate content and species. According to the level of nitrate accumulation (in dry matter), the vegetables grown in Estonia can be divided into the following groups:

- >2500 mg/kg: chinese cabbage, spinach, lettuce, celery and parsley (leaf);
- 1000...2500 mg/kg: beetroot, radish, winter radish;

400...1000 mg/kg:	white cabbage (early varieties), rhubarb, leek, pumpkin, marrow;
100...400 mg/kg:	white cabbage (late varieties), carrot, turnip, cucumber, cauliflower, celery, root parsley, scorzonera;
<100 mg/kg:	tomato, sweet pepper, onion, garlic, pea, bean, brussels sprouts.

The nitrate content of vegetables depended also on the variety. Early varieties contained more nitrates than late ones. The F<sub>1</sub>-hybrids of white cabbage contained relatively little nitrates.

The different parts of the plant accumulated nitrates differently. During the growth period the nitrate content of plants decreased.

The instability of weather conditions of different years during the main growth period affected considerably the nitrate content in vegetables. In years rich in precipitation and poor in sunlight, vegetables contained more nitrates than in years with little or normal amounts of rainfall and lots of sunshine.

The accumulation of nitrates was favoured by a shady growing place, as well as by insufficient light in greenhouses. Intense additional lighting in winter months reduced the nitrate content of greenhouse vegetables (chinese cabbage, lettuce, spinach, radish).

The nitrate content was also affected by soil type, the occurrence of plant diseases, pests and weeds, the use of some herbicides, sprinkling, etc.

In greenhouses and under provisional plastic covers, the vegetables contained more nitrates than the field vegetables at the same growth stage.

## СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ОВОЩАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ И УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

М. Ярван

### Резюме

Исследования (1972...1992) с овощными культурами открытого и защищенного грунтов выявили, что кроме минеральных удобрений аккумуляция нитратов в овощах зависит также от многих других факторов, в т.ч. от биологических особенностей и условий выращивания овощей.

Содержание нитратов существенно зависит от вида растений. По содержанию нитратов (в сухом веществе) овощи, выращиваемые в Эстонии, можно подразделить на следующие группы:

>2500 мг/кг:	пекинская капуста, шпинат, салат, сельдерей и петрушка листовые;
1000...2500 мг/кг:	свелка, редька, редис, кольраби;
400...1000 мг/кг:	белокочанная капуста (ранние сорта), ревень, лук-порей, тыква, кабачок;
100...400 мг/кг:	белокочанная капуста (среднеспелые и поздние сорта), морковь, брюква, огурец, цветная капуста, козелец, сельдерей и петрушка корневые;
<100 мг/кг:	томат, перец сладкий, лук, чеснок, горох, бобы, брюссельская капуста.

Разные сорта накапливают неодинаковое количество нитратов. В раннеспелых сортах их было больше, чем в более поздних. Гибриды белокочанной капусты отличались сравнительно низким содержанием нитратов.

Изменчивость погодных условий вегетационного периода по разным годам существенно повлияла на накопление нитратов в овощах. В дождливые и пасмурные

годы содержание нитратов в урожае было значительно выше, чем в более сухие и солнечные годы.

Затемненный открытый грунт, а также недостаток света на защищенном грунте способствовали аккумуляции нитратов. Интенсивное дополнительное освещение позволило снизить содержание нитратов в пекинской капусте, салате, шпинате и редисе.

На содержание нитратов в овощах оказывали влияние также почвенные условия, болезни и вредители растений, сорняки и применение некоторых гербицидов, дождевание и т.д.

Овощи, выращенные в теплицах и под пленочными укрытиями, содержали больше нитратов, чем на открытом грунте.