

УДК 635.1+633.416]:631.811.1

УРОЖАЙНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР И КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ И НАКОПЛЕНИЕ В НИХ НИТРАТОВ ПРИ ВНЕСЕНИИ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

П. М. СМИРНОВ, С. Д. БАЗИЛЕВИЧ, Л. В. ОБУХОВСКАЯ
(Кафедра агрономической и биологической химии)

Накопление нитратов в растениях тесно связано с содержанием доступных форм азота в почве, а следовательно, с внесением азотных удобрений. Высокие дозы азотных удобрений приводят к повышению урожайности [1, 7, 19], содержания белка, а в некоторых случаях и аскорбиновой кислоты [2, 19], однако при этом в растениях в значительном количестве может накапливаться нитратный азот [4, 13 и др.], в результате снижается биологическое качество урожая.

Биологическое качество урожая, по определению французского ученого А. Вуазина (по [10]),— это не только калорийность, белковость и т. д., но и качественный и количественный состав минеральных элементов и форм их соединений, обеспечивающий потребность в них человека и не вредящий его здоровью.

Содержание нитратного азота в листьях шпината, выращенного в теплице без азотных удобрений, составляло 0,39 %, при внесении 14,7

Т а б л и ц а 1

**Урожайность овощных культур и содержание в них нитратов
при разных нормах азотного питания [2]**

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Урожайность, ц/га	Содержание нитратов, мг на 1 кг сырого вещества
	кг/га				
Морковь	165	126	158	425	300
	99	90	113	443	240
	33	90	113	446	210
Свекла Бордо	165	126	158	669	1430
	99	90	113	558	970
	33	90	113	501	810
Капуста	232	144	180	723	530
	132	126	158	632	400
	66	90	113	528	250

и 29,4 г азота на 1 м² — соответственно 0,41 и 0,45 % сухого вещества. Аналогичные результаты получены в опытах с редисом: при тех же нормах азота в нем содержалось 1,31; 1,34 и 1,46 % нитратного азота [15].

В последнее время в связи с применением высоких норм минеральных удобрений большое внимание уделяется изучению их влияния на содержание нитратов в овощных и кормовых культурах [9]. По данным Х. Хансена [17], при внесении 200—400 кг азота на 1 га урожай кочанного салата удваивался, при этом заметно увеличивалось содержание нитратов в растениях, но непропорционально повышению норм азотных удобрений.

К. А. Каск и Ю. М. Қанн [2] отмечают, что при увеличении норм азота с 33 до 165 кг на 1 га содержание нитратов в свекле и капусте возрастает в 2—2,5 раза, в моркови — в 1,5 раза (табл. 1). По мнению авторов, урожайность моркови не зависит от количества минерального азота. Сильнее всего изменяется в зависимости от норм азота урожайность свеклы.

Определенное значение в накоплении нитратов в растениях имеют и формы азотных удобрений. Однако четких данных об их влиянии на содержание нитратов в овощных культурах в литературе недостаточно и они противоречивы. Так, опыты ряда исследователей показали [16 и др.], что содержание нитратного азота в цветной капусте и картофеле в большей мере определяется нормой азотных удобрений, чем их формой, а в опытах с редисом [18] наблюдались заметные различия в содержании нитратов в корнеплодах при внесении сульфата аммония и калийной селитры: в первом случае оно было ниже, чем в последнем. Листья лучше росли при питании сульфатом аммония, а корнеплоды хуже.

Поскольку количество нитратов в растениях связано с множеством различных факторов, найти четкие границы норм азотных удобрений, при которых накопление нитратов в растениях достигает токсического уровня, очень трудно [7]. Тем не менее в связи с учащением случаев отравления скота во многих странах устанавливают предельные нормы азотных удобрений. Во Франции принята оптимальная норма азота для злаковых трав, которую рекомендуется вносить под 1-й укос в фазу колошения. Она колеблется в зависимости от видового состава травостоя от 160 до 280 кг/га. Однако следует отметить, что нормы азотных удобрений иногда меньше влияют на накопление нитратов, чем некоторые другие факторы окружающей среды (условия, освещения, температура и т. д.). Одни и те же нормы могут быть слишком высокими в условиях холодного пасмурного лета и не оказывать вредного действия в год с большим количеством солнечных дней. Поэтому вопрос о применении азотных удобрений, не вызывающих избыточного накопления нитратов, необходимо рассматривать с учетом всех влияющих факторов — от биологических особенностей растений до сбалансированности минерального питания и погодных условий — и при любых нормах азота контролировать содержание нитратов в кормах [21].

Поглощение и использование растениями нитратов зависят от их обеспеченности макро- и микроэлементами (кальцием, калием, фосфором, магнием, серой, молибденом, марганцем, бором, цинком и др.). Важное значение также имеет правильное, сбалансированное соотношение их в питательной среде. Уровень внесенных макро- и микроэлементов во многом определяет снижение содержания нитратов в растительных тканях [6, 11, 14 и др.]. К примеру, большие нормы азота (300 кг/га) снижали биологическую ценность клубней картофеля и корнеплодов свеклы, поскольку в них увеличивалась концентрация нитратов. При внесении умеренных количеств азота (100—160 кг/га) в

сбалансированном соотношении с другими элементами питания биологическая ценность продукции не ухудшалась [3].

Поскольку получение высоких урожаев овощных и кормовых культур связано с применением высоких норм азотных удобрений, что, в свою очередь, нередко приводит к повышению концентрации нитратов в растениях, необходимо таким образом регулировать норму азота, чтобы получить максимальный урожай, не снижая качества продукции и не допуская повышения содержания нитратов выше определенного уровня.

Нами изучалось влияние различных норм азотных удобрений, а также некоторых других факторов на урожайность овощных и кормовых растений и накопление в них нитратов.

Методика исследований

Исследования проводили в 1977—1979 гг. в полевых условиях и в теплицах колхоза «Ленинский луч» Московской области, а также на Овощной опытной станции им. В. И. Эдельштейна (ООС). Во всех опытах удобрения вносили в виде мочевины, суперфосфата и сульфата калия. Нормы

фосфора и калия рассчитывали с учетом достаточного обеспечения потребности в них растений при высоких уровнях азота.

Содержание нитратов определяли в свежих растительных образцах потенциметрически с использованием ионселективного нитратного электрода.

Действие азотных удобрений на урожайность редиса, моркови, кормовой свеклы и содержание нитратов в корнеплодах

В наших опытах все указанные растения (табл. 2) хорошо отзывались на азотные удобрения.

Т а б л и ц а 2

Урожайность корнеплодов редиса (кг/м²), моркови и свеклы (ц/га) при разных уровнях азотного питания

Культура	PK	PKN ₁	PKN ₂	PKN ₃	НСП ₀₅
Редис	4,2 1,9	7,2 2,9	6,5 2,8	6,9 2,5	0,5 0,5
Морковь	296	421	395	311	56
Кормовая свекла	304	414	741	1107	60

П р и м е ч а н и е. Нормы удобрений для редиса (опыт 1978 г. — числитель и 1979 г. — знаменатель в пленочной теплице ООС) — P — 12,0 кг/м²; K — 12,0; N₁—9,0; N₂—13,0; N₃ — 26,0 кг/м², что соответствует P — 120 кг/га; K — 120; N₁, N₂ и N₃ — 90, 130 и 260 кг/га; для моркови (в среднем за 1977—1978 гг.) — P—120 кг/га; K — 90; N₁ — 90; N₂ — 130, N₃ — 260 кг/га; для кормовой свеклы (в среднем за 1977—1978 гг.) — P — 120; K — 200; N₁ — 90; N₂ — 180; N₃ — 360 кг/га.

При внесении 90 кг азота (N₁) прибавка урожая редиса составляла 2,7 кг/м², моркови — 125 ц/га, а кормовой свеклы — 110 ц/га. Эта норма азота оказалась оптимальной для редиса и моркови. Дальнейшее увеличение нормы азотных удобрений не привело к увеличению урожайности редиса и вызвало некоторое снижение урожайности моркови, что объясняется, по-видимому, отрицательной реакцией данной культуры на повышение концентрации питательных элементов в почве.

Кормовая свекла оказалась весьма отзывчивой на повышение нормы азота. Так, с переходом от 90 кг азота к 180 урожайность ее увеличилась на 327 ц/га, а к 360 кг азота — на 693 ц/га.

Удельный вес ботвы был примерно одинаковый во всех вариантах у свеклы и моркови — 24—31 %, у редиса — 32—42 %.

Содержание нитратов (мг на 1 кг сырой массы) в корнеплодах (числитель) и ботве (знаменатель)

Культура	PK	PKN ₁	PKN ₂	PKN ₃
Редис Ранний красный, 1978 г.	$\frac{1759}{2064}$	$\frac{2609}{2595}$	$\frac{2312}{2595}$	$\frac{2312}{2595}$
Морковь Нантская, 1978—1979 гг.	$\frac{438}{73}$	$\frac{694}{463}$	$\frac{551}{734}$	$\frac{438}{821}$
Кормовая свекла Эккендорфская желтая, 1977—1979 гг.	$\frac{355}{591}$	$\frac{422}{591}$	$\frac{474}{678}$	$\frac{734}{884}$

Азотные удобрения оказывали существенное влияние на содержание нитратов в корнеплодах и ботве растений (табл. 3).

При внесении 90 кг азота на 1 га содержание нитратов в корнеплодах редиса возросло по сравнению с контролем на 48 %, моркови — на 58 и кормовой свеклы — на 19 %.

В корнеплодах редиса и моркови максимум нитратов содержался при норме 90N на 1 га. Если в вариантах с низкими нормами азота содержание нитратов в корнеплодах моркови было выше, чем в ботве, то начиная с нормы 130N, когда урожай уже не увеличивался, нитратов накапливалось больше в ботве, чем в корнеплодах. Происходила, по-видимому, их «перекачка» из корнеплодов в листья.

У кормовой свеклы по мере увеличения нормы азота значительно возрастало количество нитратов как в корнеплодах, так и в ботве. Так, в варианте N₃ в корнеплодах оно было в 2 раза больше, чем в контроле, и на 312 и 260 мг/кг больше, чем при N₁ и N₂. В ботве нитратов содержалось больше, чем в корнеплодах (особенно при повышенных уровнях азотного питания). Однако темпы накопления нитратов в ботве под влиянием возрастающих норм азотного удобрения были несколько ниже: в этом случае содержание нитратов в варианте N₃ по отношению к контролю увеличилось в 1,4 раза.

В наибольшем количестве нитратный азот накапливался в корнеплодах и ботве редиса. Уже по фону PK без азота концентрация нитратов в корнеплодах редиса была в 2,5 раза выше, чем в корнеплодах моркови. Очевидно, это связано с тем, что редис принадлежит к семейству капустных, представители которого, как правило, отличаются повышенной способностью к накоплению нитратного азота, что обусловлено особенностями их азотного обмена — активностью нитратредуктазы и других ферментов, принимающих участие в азотном, а также углеродном обмене.

Урожайность листовых овощных культур и накопление в них нитратов

Полевые опыты с капустой кочанной раннеспелого сорта Номер первый проводились в 1977—1979 гг. В 1977 г. урожайность ее была несколько выше, чем в 1979 г. В варианте 100N отмечено существенное повышение урожая в оба года выращивания. Особенно значительно увеличилась урожайность капусты в 1977 г. в вариантах 225N и 375N (табл. 4). В 1979 г. сложились несколько иные погодные условия, поэтому наибольший урожай получен в варианте 225N.

Урожайность капусты кочанной Номер первый (кг/га) и накопление в ней нитратов (мг на 1 кг сырой массы)

Нормы удобрений, кг/га	Урожайность		Динамика содержания нитратов в 1979 г.		
	1977 г.	1979 г.	3—5 листьев	начало завязывания кочана	зрелый кочан
225Р450К	352	308	13 531	2763	2247
Фон+100N	513	444	19 561	4086	2322
» +225N	608	581	20 017	3171	2376
» +375N	695	555	24 623	4914	2432
НСР ₀₅	97	51			

Кочанная капуста в питании занимает ведущее место среди других овощей, в связи с этим содержание в ней нитратов — один из важнейших показателей ее качества.

Количество нитратного азота в капусте изменяется в зависимости от сроков ее созревания. В нашем опыте содержание нитратов в бело-кочанной капусте Номер первый к моменту уборки по сравнению с их количеством в ранние фазы развития снизилось в 6—10 раз (табл. 4). Следует, однако, отметить, что во всех вариантах накопление нитратов в капусте было весьма значительным (в несколько раз выше ПДК), что обусловлено большим содержанием усвояемого азота, главным образом нитратного, в высокоокультуренной почве ООС.

При увеличении нормы азота содержание нитратов в капусте заметно возрастало, но различия между вариантами в начальные периоды роста были намного больше, чем в последующие. В период уборки максимум нитратов отмечен в варианте 375N — 2432 мг/кг, что на 185 мг больше, чем в контроле (табл. 4). Хотя эта разница и невелика по сравнению с абсолютным количеством нитратов, она на 25 мг/кг выше установленного для капусты ПДК [5].

Листовые овощные растения *Brassica pekinensis* и *Brassica juncea* в противоположность капусте кочанной *Brassica capitata* имеют короткий вегетационный период и уже готовы к употреблению через 30—40 дней после появления всходов. В некоторых случаях возможна выборочная уборка и в более ранние сроки, что позволяет получать раннюю продукцию овощей, богатых витаминами, но при этом предъявляются повышенные требования к качеству продукции, содержанию минеральных элементов, в том числе нитратов.

Нами на Овощной опытной станции им. В. И. Эдельштейна были проведены 2 опыта с коллекцией листовых овощных растений и редисом: в пленочной теплице без подогрева в мае—июне 1978 г. и в стеклянной теплице в январе—марте 1979 г. без дополнительного освещения при постоянной температуре.

Вопрос о сроках уборки листовых овощей сейчас тщательно изучается. Практически капуста и горчица к 30 дням (в некоторых случаях и раньше) уже вполне сформированы и готовы к употреблению, но растения продолжают расти, накапливая вегетативную массу. Следовательно, отодвигая сроки уборки, можно собрать больший урожай, но при этом нельзя допустить ухудшения его качества.

В опыте 1 полноценный урожай овощей был собран через 35 дней после высадки рассады. При внесении в почву азота он был значительно больше, чем в контроле (табл. 5).

Особенно отзывчивы на азотные удобрения горчица корнеплодная (прибавка урожая в варианте N₁—118%), капуста Хибинская

Урожайность листовых овощей (кг/м²) в опыте 1

Культура	В контроле (без азота)	N ₁ —9,0 г/м ²	N ₂ —13,0 г/м ²	НСР ₀₅ , г/м ²
Капуста пекинская				
Хибинская	8,8	15,8	16,9	3,5
Номер первый	10,8	12,2	13,3	1,7
50-дневка	8,8	14,0	16,9	1,9
Горчица салатная				
корнеплодная	5,0	10,9	9,9	1,4
Грибовская	10,3	11,5	15,3	2,3
Репка салатная	8,2	9,0	11,9	0,9

(79 %) и 50-дневка (59 %). Урожайность горчицы Грибовской и репы салатной повысилась на 10—15 % и продолжала увеличиваться с повышением нормы азота до N₂.

Прибавка урожая капусты Хибинской и 50-дневки в варианте N₂ была на 92 и 13 % больше, чем соответственно в контроле и варианте N₁.

Капуста пекинская Номер первый отличалась меньшей чувствительностью к азоту. При норме N₂ ее урожай по сравнению с контролем увеличился всего на 23 %.

Наиболее урожайными в варианте N₂ были капуста Хибинская и 50-дневка, а также горчица Грибовская. Норма N₂ оказалась наиболее эффективной и для репы салатной и капусты пекинской Номер первый, хотя их урожайность была несколько ниже (табл. 5).

Таблица 6

Содержание нитратов (на 1 кг сырого вещества) в листовых овощах в опыте 1

Культура	Содержание нитратов, мг			Увеличение нитратов, % к контролю	
	контроль (без азота)	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂
Капуста пекинская					
Хибинская	2073	2608	3035	26	46
Номер первый	1648	2795	2795	70	70
50-дневка	1847	2609	2547	41	38
Горчица салатная					
корнеплодная	1674	1847	1800	10	8
Грибовская	1608	1723	2462	7	53
Репка салатная	3136	4638	4970	48	58

Горчица корнеплодная — самая отзывчивая на азот культура; прибавка урожая в варианте N₁ составила 118 %, но при норме N₂ урожай даже несколько снизился (в пределах НСР).

Как уже отмечалось, все листовые овощи в условиях теплицы накапливали весьма значительное количество нитратов даже без внесения азота. Особенно велика концентрация нитратов в репе салатной — в 1,5—2 раза больше, чем у остальных культур. В варианте N₁ содержание нитратов повысилось во всех культурах, особенно у капусты пекинской Номер первый (на 70 %) и 50-дневки (на 41 %), репы салатной (на 48 %). Чем больше возрастало содержание нитратов при внесении N₁, тем меньше оно изменялось при переходе к N₁. Так, у

капусты пекинской Номер первый и 50-дневки в варианте N₁ уровень нитратов увеличивался по сравнению с контролем весьма значительно, а при N₂ оставался практически на том же уровне, а, например, у горчицы Грибовской при N₁ концентрация нитратов увеличилась по сравнению с контролем на 7 %, при N₂ — уже до 53 %.

Иная закономерность наблюдалась у горчицы корнеплодной: в варианте N₁ содержание нитратов возросло всего на 10 %, при N₂ они практически не накапливались. Такая реакция горчицы на внесение азота и повышение его нормы, по-видимому, обусловлена образованием у нее корнеплодов.

Капуста Хибинская, горчица Грибовская и репа салатная, формируя наивысший урожай при N₂, накапливали в этом варианте и максимальное количество нитратов. По-видимому, они еще не исчерпали своих биологических возможностей дальнейшего наращивания вегетативной массы.

У капусты 50-дневки по мере повышения нормы азота урожай увеличивался, а количество нитратов сохранялось на прежнем уровне, т. е. на уровне варианта N₁. Это относится и к капусте пекинской Номер первый.

Отмеченные особенности следует учитывать при выборе вида и сорта овощных культур для выращивания ранней продукции в защищенном грунте.

В опыте 2 те же овощные культуры выращивались в зимне-весенний период в стеклянной теплице без дополнительного освещения, т. е. в условиях, существенно отличающихся от опыта 1. Если суммарная радиация в опыте 2 в январе-марте составляла 1499—4616, то в опыте 1 в мае-июне — 15 646—16 010 кал/см² в 1 мин. В связи с этим интересно было выяснить влияние освещенности и интенсивности солнечной радиации на урожайность листовых овощей (табл. 7) и накопление в них нитратов (табл. 8) при разных нормах азота.

В условиях недостаточного освещения в январе-марте урожайность овощных культур была сравнительно низкой — в 3—4 раза ниже, чем в опыте 1 (май-июнь). Наиболее урожайной в этих условиях при N₂ оказалась капуста Хибинская (7,1 кг/м²), наименее — горчица корнеплодная (2,5 кг/м²).

Т а б л и ц а 7

Урожайность листовых овощей в опыте 2 (кг/м²)

Культура	РК (фон)	N ₁	N ₂	НСР ₀₅
Капуста пекинская:				
Хибинская				
Хибинская	3,3	6,8	7,1	2,5
Номер первый	3,8	5,5	4,1	0,7
50-дневка	3,0	5,7	5,3	1,2
Горчица:				
парниковая	1,8	3,2	2,5	0,7
Грибовская	1,8	4,7	5,6	0,4
Репа салатная	3,6	4,5	4,7	0,6

Примечание. Нормы удобрений: Р—12 г/м², К—12, N₁—9,0, N₂—13,0 г/м².

Т а б л и ц а 8

Динамика накопления нитратов листовыми овощами (мг на 1 кг сырой массы) в опыте 2

Культура	РК (фон)	N ₁	N ₂
Капуста пекинская:			
Хибинская	5208	6184	6180
Хибинская	1042	3009	3009
Номер первый	5448	6202	6705
50-дневка	2071	3993	5704
50-дневка	5704	6402	6285
50-дневка	864	5704	6258
Горчица:			
корнеплодная	5448	5973	5948
корнеплодная	2071	6402	8634
Грибовская	5324	5576	6402
Грибовская	1277	4737	5840
Репа салатная	5204	6402	6402
Репа салатная	1982	4517	5840

Примечание. В числителе — через 30 дней после высадки рассады (20 февраля), в знаменателе — через 50 дней (10 марта).

В варианте N_1 урожай всех овощей значительно повысился (табл. 7), особенно горчицы Грибовской (прибавка 161 %), капусты Хибинской (106 %) и 50-дневки (90 %). Горчица корнеплодная, как и в опыте 1, показала высокую отзывчивость на внесение азота (прибавка 78 %), менее отзывчивыми на него были капуста пекинская Номер первый и репа салатная (прибавки 45 и 25 %).

На увеличение нормы азота до N_2 особенно хорошо реагировали капуста Хибинская и горчица Грибовская (прибавки урожая возросли до 115 и 211 %). В варианте N_2 урожайность капусты пекинской Номер первый и 50-дневки, а также горчицы корнеплодной несколько снизилась, у репы салатной оставалась на том же уровне. Таким образом, лучшей нормой азота для указанных культур является 9,0 г на 1 м², повышение нормы до 13,0 г на 1 м² в этих условиях, т. е. при недостатке света, оказалось неэффективным.

В зимне-весенний период растения развивались очень слабо и достигали уборочной зрелости лишь через 50 дней. Поскольку все эти культуры относятся к растениям длинного дня, то при коротком дне в феврале у них долгое время сохраняется розетка листьев и не образуется стрелка.

Через 30 дней после высадки рассады в растениях содержалось очень большое количество нитратов, а в опыте 1 в июне через 35 дней их было значительно меньше (табл. 8).

Через 50 дней, когда интенсивность солнечной радиации возросла, содержание нитратов почти во всех овощах резко снизилось, особенно в контроле, где растения быстрее исчерпали запасы почвенного азота. Концентрация нитратов в растениях этого варианта была близкой к их содержанию в аналогичном варианте опыта 1, а в капусте 50-дневке уровень нитратов был даже меньше, чем в опыте 1. Исключение составила горчица корнеплодная.

Через 30 дней после высадки рассады различия в содержании нитратов в растениях вариантов N_1 и N_2 были менее выражены, чем через 50 дней.

Урожайность корнеплодов редиса в июне 1978 г. также была значительно выше, чем в зимне-весенний период 1979 г. при недостаточном освещении. В оба периода выращивания оптимальной оказалась норма азота 9 г на 1 м². Дальнейшее увеличение нормы азота не давало положительного эффекта (табл. 1). Соответственно и содержание нитратов в корнеплодах в январе-марте заметно превышало их количество в июне (табл. 9). В опытах 1 и 2 концентрация нитратов в редисе при N_1 резко возросла, причем в листьях в большей мере, чем в корнеплодах.

Таким образом, при выращивании редиса и других овощных культур в защищенном грунте надо учитывать условия освещенности и контролировать накопление нитратов при получении продукции.

Т а б л и ц а 9

Накопление нитратов в редисе (мг на 1 кг сырой массы) в опытах 1 и 2

Вариант опыта	Опыт 1, май-июнь		Опыт 2, январь-март	
	корнеплоды	листья	корнеплоды	листья
РК	1759	1064	1843	2546
РК N_1	2009	3198	4058	4738
РК N_2	2241	2516	3205	3593
РК N_3	2241	2516	3205	4221

П р и м е ч а н и е. Суммарная радиация в мае-июне 1979 г. составляла 15 646—16 010, а в январе-марте — 1499—4616 кал/см² в 1 мин.

Выводы

1. Возрастающие нормы азотных удобрений способствовали увеличению не только массы урожая всех изученных нами овощных растений, но и содержания в них нитратного азота.

2. Наибольшее накопление сухой массы и нитратов у редиса, моркови и большинства листовых овощей отмечено при нормах азота 90—130 кг на 1 га, а у капусты кочанной и кормовой свеклы — свыше 200 кг. Между содержанием нитратов в растениях и нормой азотного удобрения пропорциональной зависимости не наблюдалось.

3. Наибольшее количество нитратов в растениях накапливалось при выращивании их в теплице в условиях недостаточной освещенности.

4. Различные виды растений семейства капустных различались по накоплению нитратов: наибольшее количество их содержалось в репе салатной, наименьшее — в горчице салатной.

5. У большинства изученных культур концентрация нитратов в корнеплодах была ниже, чем в ботве.

6. Содержание нитратов у всех культур уменьшалось к стадии хозяйственной зрелости. В более ранний период их было значительно больше, что необходимо учитывать при установлении оптимальных сроков уборки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулаев Г. Н. Влияние различных доз азотных удобрений на урожай и химический состав капусты и томатов. — Уч. зап. Азерб. с.-х. ин-та, 1969, № 4, с. 12—67. — 2. Каск К. А., Канн Ю. М. О содержании нитратов и нитритов в овощах. — Тр. Тал. политехн. ин-та, 1976, № 402, с. 35—41. — 3. Лутсоя Х. И. Биологическая ценность пищевых продуктов растительного происхождения, полученных с применением минеральных удобрений. — Изв. АН СССР, 1979, № 1, с. 156. — 4. Минеев В. Г. Минеральные удобрения и окружающая среда. — Вест. с.-х. науки, 1978, № 12, с. 37—44. — 5. Митченков В. Т. Гигиенические рекомендации содержания нитратов в пищевом рационе. — Докл. I совещ.: Некоторые биологические и медицинские аспекты применения азотсодержащих удобрений. — Изв. АН СССР, 1979, № 1, с. 156. — 6. Пономарева Л. М. Сортовые особенности реакции тепличного огурца на уровень минерального питания. — Автореф. канд. дис. М., 1980. — 7. Сапун М. П., Гришкевич М. И. Влияние удобрений на содержание РК в овощах. — Овощеводство. Минск, 1975, вып. 3, с. 47—50. — 8. Хвощева Б. Т. Азотные удобрения и пути повышения их эффективности. М.: ВИНТИ, 1977, с. 1—52. — 9. Хвощева Б. Т. Интенсификация с.-х. производства и накопление нитратов в природных водах. — Сельск. хоз-во за рубежом, 1979, № 6, с. 14—17. — 10. Церлинг В. В. Растительная диагностика и биологическое качество урожая. — Агрохимия, 1971, № 3, с. 135—148. — 11. Церлинг В. В. Анализ растений как метод контроля загрязнения среды. — В кн.: Плодородие почв Нечерноземной полосы и приемы его регулирования. Пушцино, 1975, с. 207—211. — 12. Behaeghe T., Carlier L. — Ann. agron., 1976, vol. 27, N 5/6, p. 819—836. — 13. Brown J. R., Smith G. E. — Agron. J., 1966, vol. 58, N 2, p. 209—212. — 14. Brown J. R., Smith G. E. — Nitrate accumulation in Vegetables. Crop as Influenced by Soil fertility Practices. L., 1967. — 15. Cantliffe D. J., Phatuk S. — Canad. J. Plant Sci., 1974, vol. 54, N 4, p. 783—788. — 16. Frets D., Venter F. — Proc. of XIX Intern. Hortic. Congr., 1974, vol. 1, p. 13—18. — 17. Hansen H. — Qualitas plantarum, 1978, vol. 28, N 1, p. 45—63. — 18. Mills H. A., Barker A. V., Maynard D. N. — Agron. J., 1976, vol. 68, N 1, p. 13—17. — 19. Neubauer H. — Im Elickfeld, 1974, Bd 25, N 36, S. 22—27. — 20. Peck N. H., Barker A. V., MacDonald G. E. — Agron. J., 1971, vol. 63, N 1, p. 130—132. — 21. Planchaert P., Nathieru G. — Le producteur agricole francais, 1974, vol. 53, N 220, p. 13—14.

Статья поступила 15 февраля 1982 г.

SUMMARY

The experiments conducted under field conditions and in hot houses with vegetable crops (redishes, carrots, fodder beet, egg plants, kale and cabbaged and others) showed that with application of increased rates of nitrogen fertilizers (90—260—360 kg/ha) with adequate application of PK the nitrate content in plants increased together with

the increase of yield capacity. But the proportional dependence between the rate of nitrogen and nitrate content was not established.

Most nitrates was accumulated in plants when growing them in hot houses under the conditions of inadequate lighting. Nitrate content in all experimental plants decreased with approaching maturity stage.