

УДК 631.81.033:546.175

**ФОТОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ  
СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ  
В ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА**

**С. В. ПУГАЕВ**

(Мордовская проектно-исследовательская станция химизации)

Проблема чрезмерного накопления нитратов в растениях рассматривается, как правило, либо с медицинской точки зрения [11],

либо с агрономической [12] и практически не исследуется комплексно [18], т. е. с учетом необходимости в осуществлении

контроля и регуляции, изучения токсического действия нитратов. Мало обзоров такого рода [10, 17]. Для решения этих вопросов требуется поиск новых приемов.

В данном сообщении мы подводим некоторые итоги проведенных нами экспериментов с культурой огурца, а также рассматриваем результаты и методические проблемы контроля и регуляции нитратов.

### Методика

Основываясь на исследовании активирующего действия цитокининов на нитратредуктазу [5], мы предположили, что при обработке растений веществами цитокининового действия (кинетином) содержание нитратов в них должно снизиться. Кинетин испытывали в условиях открытого и защищенного грунта.

В полевых опытах на делянках площадью 50 м<sup>2</sup> высевали семена огурцов сортов Вязниковский 37 и

Нежинский 12. Семена в течение 24 ч замачивали в растворе кинетина. Повторность 3-кратная. В пленочных теплицах весенне-летнего типа изучали огурец ТСХА 211. Использовали растворы препарата в концентрациях 10<sup>-8</sup>, 10<sup>-7</sup> и 10<sup>-6</sup> М [1]. Опрыскивание проводили из расчета 5 мл раствора на одно растение в фазу 3—4 настоящих листьев и фазу цветения, в контроле использовали воду.

Содержание нитратов определяли в листьях и плодах в начале, середине и конце периода плодоношения. Агротехника возделывания обычная. При составлении проб и анализе растениеводческой продукции использовали методики, приведенные в [7].

Наряду с этим осуществляли контроль за содержанием нитратов в продукции более чем двух десятков видов овощных культур, плодов и в картофеле. Самый высокий уровень нитратов выявлен

Таблица 1  
Диапазон содержания нитратов в растениеводческой продукции  
(мг на 1 кг сырой массы)

Культура	Открытый грунт	Теплица
Огурцы	50,5—541	31,0—787,6
Томаты	29,0—176,3	24,8—243,2
Лук-перо	39,4—900	22,5—1112,8
Сельдерей	—	834,2—1224,1
Петрушка	33,7—3572,1	1978,0—6395,8
Укроп	244,6—3070,5	461,8—4486
Салат	175,3—1567	702,6—3130,0
Лук-репка	39,4—320	—
Морковь	136,9—1013	—
Столовая свекла	238—3136	—
Капуста цветная	298,5—672	—
Капуста белокочанная	351,9—1833	—
Зеленый горошек	6,9—8,8	—
Тыква	287—544	—
Кабачки	351,7—1301,7	—
Перец сладкий	123,5—450	250—398
Яблоки	8,3—15,6	—
Картофель:		
в с.-х. предприятиях	14—570	—
в частном секторе	28,6—780	—

в столовой свекле, укропе, петрушке (табл. 1). В капусте, салате, тыкве, моркови, кабачках их содержалось в среднем до 500 мг/кг. Еще меньше нитратов было в луке-репке, луке на перо, картофеле, томатах, некоторых других культурах. Самым низким уровнем нитратов характеризовались зеленый овощной горошек и яблоки. Содержание нитратов в продукции защищенного грунта выше, чем открытого.

Концентрация нитратов в картофеле, выращенном в частном секторе, в среднем по годам была на 10—30 % больше, чем в коллективных хозяйствах. Это вызвано, возможно, условиями выращивания: монокультура в течение многих лет и внесение органики, не сбалансированной по элементам питания.

### Испытание кинетина

В полевом опыте с огурцами сортов Вязниковский 37 и Нежинский 12 образцы для анализа отбирали в конце периода плодоношения. В вариантах с кинети-

ном содержание нитратов в листьях увеличивалось, а в плодах — уменьшалось (табл. 2). Последнее весьма важно, так как огурцы употребляются в пищу сырыми.

В условиях защищенного грунта действие кинетина проявлялось в течение всего периода плодоношения в обоих вариантах обработки. Максимальный эффект выявлен при использовании концентрации препарата  $10^{-7}$  и  $10^{-6}$  М. Наиболее резкое снижение содержания нитратов в плодах (25—60 %) наблюдалось при обработке растений в фазу 3—4 листьев.

В начале плодоношения определяли содержание сухого вещества в плодах. При обработке в фазу 3—4 листьев в опытах с концентрациями  $10^{-8}$  и  $10^{-7}$  М оно повысилось с 2,6 % (контроль) соответственно до 3,0 и 2,8 %, а в варианте с  $10^{-6}$  М понизилось до 2,4 %. Во втором варианте обработки данный показатель не изменялся.

В опытном варианте отмечалось также и снижение содержания нитратов в листьях, причем в конце вегетации в 2 раза. Установлены

Таблица 2  
Содержание нитратов в листьях (числитель) и плодах огурца (знаменатель) в полевом опыте

Сорт	Вариант	Содержание нитратов в 1 кг сырой массы, кг	% к контролю
Вязниковский 37	Контроль (вода)	431,8	100,0
		172,5	100,0
	Кинетин, $10^{-7}$ М	497,8	115,3
Нежинский 12	Контроль (вода)	142,8	82,7
		313,2	100
	Кинетин, $10^{-7}$ М	154,8	100
		433,9	138,5
		133,1	86,2

различия частей листа по рассматриваемому показателю. К концу плодоношения отношения содержания нитратов в черешках к их содержанию в листовых пластинках при ранних сроках обработки растений кинетином было меньше, чем при поздней обработке. Так, в первом случае при опрыскивании разными концентрациями оно было близким — 5,1—5,4 при 4,9 в контроле, в последнем в варианте с концентрацией кинетина  $10^{-7}$  М оно составило 9,4 при 3,2 в контроле, т. е. было в 3 раза выше. Эти данные свидетельствуют об увеличении эффективности работы ферментов азотного цикла по ассимиляции нитратов, а последствие обработки во времени ограничено.

Рассмотренное соотношение, с известной степенью допущения, можно рассматривать в качестве диагностического показателя при исследовании состояния нитратвосстанавливающей системы растения, так как при растительной диагностике в гомогенате или соке определяется сумма нитратов (физиологически активных и резервных) и нет доступного метода их раздельного анализа.

В повторном опыте эффект наибольшего снижения содержания нитратов отмечался в первой половине плодоношения, для которой характерен их высокий уровень. К концу плодоношения различий в содержании нитратов в плодах опытного и контрольного вариантов почти не было (178 и 171 мг/кг).

Продуктивность растений после их обработки кинетином повысилась на 21 %, причем в начале плодоношения значительно. Наиболее интенсивный прирост урожая (25—60 %) отмечался в первые 9 из 16 зафиксированных сборов. Рост продуктивности определялся увеличением фотосинтезирующей

поверхности (количество листьев на одном растении возросло на 14—24,3 %); закладкой большего количества женских цветков (на 32—113,8 %), увеличением массы одного плода (на 11,2—42,3 %), а также действием кинетина, проявлением его аттрагирующих и других свойств [4].

Таким образом, показана возможность снижения содержания нитратов в плодах огурца. Причем наибольший эффект получен при сборе ранней продукции, для которой характерно повышенное содержание нитратов. Оптимальные концентрации кинетина —  $10^{-6}$  и  $10^{-7}$  М. Остаточных количеств препарата не обнаружено. Расчеты показывают, что 10 мг вещества достаточно для обработки 70—80 тыс. растений.

#### Методы регуляции содержания нитратов

Разного рода методы, применяемые при решении вопросов, контроля, снижения содержания и токсического действия нитратов, можно классифицировать как превентивные и оперативные. К первым относятся организационно-хозяйственные и агротехнические мероприятия, а также часть методов активного характера [13], в том числе рассматренный выше. Другая часть, например предуборочная обработка растений, позволяет оперативно снизить содержание нитратов за счет регулирования физиологических процессов.

При обработке посадок картофеля сеникантами, десикантами, растворами минеральных удобрений, а также их смесями с некоторыми гербицидами достигается не только постепенное усыхание ботвы, но и снижение содержания нитратов. В среднем их уровень по сравнению с конт-

## ЛИТЕРАТУРА

ролем (скашивание ботвы) уменьшается более чем на 25—30 %. Заблаговременное, за 2—3 дня до уборки, механическое удаление ботвы вызывает увеличение содержания нитратов [3, 8, 9, 15]. Вследствие обрыва всасывающих корней корнеплодов механическим способом за 1—2 дня до сбора сокращается поступление воды и питательных веществ в растения, а процесс ассимиляции в листьях продолжается, в результате достигается снижение содержания в клубнях нитратов на 60—80 % [19].

В опытах при использовании картолина в фазу бутонизации картофеля, а также лайме перед ее началом содержание нитратов в клубнях снизилось более чем на 23—30 % [6, 1]. В столовой свекле Бордо 237 их уровень уменьшился на 10 % (с 1140 до 1030 мг/кг) при комплексном (семена и опрыскивание растений) применении регуляторов ЭБФ-5, БИФ-5 и ИУК (раздельно) [16]. Снижение содержания нитратов в растениях на 15—75 % выявлено в опытах с гумусовыми препаратами [2].

Приемы непосредственного воздействия на растения, способы регулирования физиологических процессов у растений (в том числе с помощью регуляторов роста) или их селекции, способствующие снижению уровня нитратов в продукции, составляют банк фитотехнических операций. Этот банк следует рассматривать как постоянно совершенствуемую систему. Для расширения его возможностей следует разрабатывать и использовать на практике новые подходы и методы, учитывающие особенности биологии сельскохозяйственных культур и накопления ими нитратов в различных условиях.

1. *Галеев Р. Р.* Эффективность применения регулятора роста на картофеле.— В сб.: Пути повышения продуктивности зерновых и кормовых культур в Западной Сибири.— Новосибирск, 1990, с. 77—80.— 2. *Комаров А. А., Ефимов В. Н., Сибарова М. Н.* Уменьшение содержания нитратов в растениях при использовании гумусовых препаратов.— Тез. докл. Всесоюз. конф. «Экологические проблемы накопления нитратов в окружающей среде». Пушкино, 1989, с. 60.— 3. *Кориунов А. В., Назаров А. В.* Нитраты и картофель.— Химизация сельск. хоз-ва, 1989, № 8, с. 17—19.— 4. *Кулаева О. Н.* Цитокнины, их структура и функция.— М.: Наука, 1973.— 5. *Кулаева О. Н., Кузнецов В. В.* Индукция цитокинином активности нитратредуктазы в изолированных зародышах. — Физиол. раст., 1976, т. 23, вып. 6, с. 1255—1263.— 6. *Лиманова Е. М., Лапа В. В., Рыбин О. Ф.* Накопление нитратов в картофеле.— Химизация сельск. хоз-ва, 1990, № 7, с. 20—22. 7. Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства.— М.: МЗ СССР, 1989.— 8. *Назаров А. В., Абазов А. Х.* Снизить содержание нитратов в клубнях.— Картофель и овощи, 1991, № 4, с. 10—11.— 9. *Николаев Н. Н.* Изучение влияния модифицированных удобрений и сепикантов на рост и развитие картофеля.— Тез. докл. науч.-произв. совещ. «Селекционно-генетические, физиолого-биохимические и технологические аспекты интенсификации производства картофеля».— Уфа, 1989, с. 65.— 10. Нитраты и качество продуктов растениеводства.— Новосибирск: Наука, СО, 1991.— 11. *Опополь Н. И., Добрянская Е. В.* Нитраты. Гигиенические аспекты проблемы.— Кишинев: Штиинца, 1986.— 12. *Покровская С. Ф.* Пути снижения нитратов в овощах.— М., ВНИИТЭИагропром, 1988. — 13.

*Пугаёв С. В.* Пути улучшения качества продукции растениеводства.— В кн.: Пути повышения урожайности и качества продуктов растениеводства в Нечерноземной зоне РСФСР.— Саранск, 1984, с. 122—130.— 14. *Пу-*

гаёв С. В., Пугаёв А. В. Динамика содержания нитратов в растениях огурца и его регуляция.— В кн.: Приемы повышения продуктивности растениеводства в Нечерноземье России.— Саранск, 1992, с. 115—118.— 15. Семенов А. В. Опыт применения сеникации картофеля. — Химизация сельск. хоз-ва, 1989, № 6, с. 53—56.— 16. Советкина В. Е., Степанова З. А., Матевосян Г. Л., Цехановская Г. И. Эффективность действия регуляторов роста при выращивании столовой свек-

лы.— Агрохимия, 1987, № 2, с. 86—89.— 17. Соколов О. А., Агаев В. А. Нитраты в окружающей среде.— Пушкино, ИПФС, 1990.— 18. Соколов О. А., Кефели В. И., Пругар Я., Пекова Б. Современное состояние решения проблемы нитратов.— Тез. докл. Всесоюз. конф. «Экологические проблемы накопления нитратов в окружающей среде». Пушкино, 1989, с. 6—7.— 19. Erntetechnik Nitratgehalte im Wurzelgemüse.— Landwirtschaftliches Wochenblatt.— 1989, N. 146, N 21, S. 3.

Статья поступила 5 декабря 1991 г.