

УДК 541.49 : 581.1

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭТИЛЕНДИАМИНДИАНТАРНОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ КОМПЛЕКСА С ЦИНКОМ НА СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДОВ В РАСТЕНИЯХ**

**Т.И. Смирнова, Е.Д. Малахаев, И.Н. Барановский, О.В. Смирнова**

*Тверская государственная сельскохозяйственная академия  
Кафедра агрохимии, почвоведения и агроэкологии*

В лабораторном и мелкоделяночном опытах на шпинате, каланхоэ перистом и одуванчике лекарственном исследовано воздействие обработок растворами этилендиаминдиантарной кислоты (ЭДДЯК) и ее комплекса с цинком (Zn-ЭДДЯК) на содержание суммы каротиноидов в листьях растений и каротина в корнях одуванчика.

Показано, что Zn-ЭДДЯК и ЭДДЯК стимулируют образование каротиноидов в растениях.

**Ключевые слова:** *этилендиаминдиантарная кислота, комплекс, каротиноиды.*

Каротиноиды (каротины и ксантофиллы) – желто-оранжевые пигменты фотосинтезирующих растений (см. рисунок), выполняющие ряд важнейших функций в процессе фотосинтеза: антенную (дополнительные пигменты, поглощающие солнечную энергию), защитную (гасители триплетного хлорофилла и синглетного кислорода) и фотопротекторную (предохраняют реакционный центр от мощных потоков энергии при высокой интенсивности света и стабилизируют липидную фазу тилакоидных мембран, защищая ее от перекисления) [2].

Попадая в организм человека или животного с растительной пищей, лекарственными средствами, каротиноиды также выполняют защитную антиоксидантную роль. Каротиноиды помогают предотвращать, смягчать и лечить самые распространенные «болезни цивилизации»: атеросклероз, диабет, многие формы рака, различные нервные заболевания.

Содержание каротиноидов в сельскохозяйственном или лекарственном сырье зависит не только от вида растения, погодных условий, но и от обеспеченности почвы макро- и микроэлементами.

В этом плане весьма актуальным представляется поиск экологически безопасных средств, эффективно повышающих содержание каротиноидов в продуктах растительного происхождения. К числу таких препаратов, с учетом уровня экологической безопасности, относятся комплексоны микроэлементов, используемые в микродозах.

Целью представленной работы было исследование влияния обработки растений этилендиаминдисулфинатом цинка на уровень содержания каротиноидов в растительном сырье. Комплекс цинка на

основе этилендиаминадиантарной кислоты (ЭДДЯК) был выбран на основе проведенного ранее исследования, показавшего эффективность этого комплексона, как препарата, увеличивающего содержание каротиноидов в зеленой массе яровой пшеницы [3].

Цинк – микроэлемент, локализованный в растениях преимущественно в хлоропластах. Он входит в состав около 40 ферментов, регулирующих отдельные стадии процесса фотосинтеза. Поэтому представлялось логичным предположить его положительное воздействие на уровень содержания каротиноидов в растении. Кроме того, в форме комплексоната этот микроэлемент должен быть для растения более доступным, чем в форме простой соли.

С целью выяснения возможности повышения содержания каротиноидов в растительном сырье и был поставлен эксперимент.

**Методика.** В качестве опытных растений были взяты культивируемые растения: зеленое – шпинат (*Spinacea oleracea* L.), лекарственное – каланхоэ перистое (*Kalanchoe pinnata* L.) и дикорастущее лекарственное – одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.).

ЭДДЯК и комплексонат цинка (Zn-ЭДДЯК) синтезированы и выделены авторами представленной работы.

Семена шпината на сутки замачивали в  $1,5 \cdot 10^{-3}$  М растворах Zn-ЭДДЯК, ZnSO<sub>4</sub>, ЭДДЯК и H<sub>2</sub>O dest и затем высевали в открытый грунт на делянки площадью 1 м<sup>2</sup> с пятикратной повторностью для каждого варианта опыта. Посев шпината в течение летнего периода производили трижды. Через неделю после появления всходов опытные растения опрыскивали  $1,5 \cdot 10^{-3}$  М растворами Zn-ЭДДЯК, ZnSO<sub>4</sub> и ЭДДЯК из расчета 100 мл/м<sup>2</sup>, а контрольные растения – дистиллированной водой, взятой в таком же объеме.

Обработку одуванчика лекарственного аналогичными растворами производили в естественном биоценозе (луг с одуванчиком в качестве доминирующего растения) трижды за вегетационный период, начиная с 1-й декады мая, с интервалом 1 месяц.

Опыт с каланхоэ перистым осуществляли в лабораторных условиях. Укорененные черенки, полученные от одного растения, через месяц после высадки обрабатывали упомянутыми выше растворами и контрольные – дистиллированной водой из расчета 20 мл на 1 растение.

На каждый вариант опыта было выделено по 5 растений.

Обработку проводили трижды с интервалом в 1 месяц.

Для определения каротиноидов образцы листьев шпината отбирали через месяц после обработки перед уборкой зеленой культуры; листья одуванчика и каланхоэ – через неделю после 3-й обработки.

Содержание каротиноидов определяли спектрофотометрически (фотометр КФК-3 2МП «ЗОМЗ») в ацетоновых экстрактах по Веттштейну [1].

В корне одуванчика (лекарственном сырье) спектофотометрическим методом после предварительного хроматографического выделения на оксиде алюминия определяли содержание каротина, представленного преимущественно  $\beta$  - формой.

При постановке опыта в почву не вносили ни органические, ни минеральные удобрения.

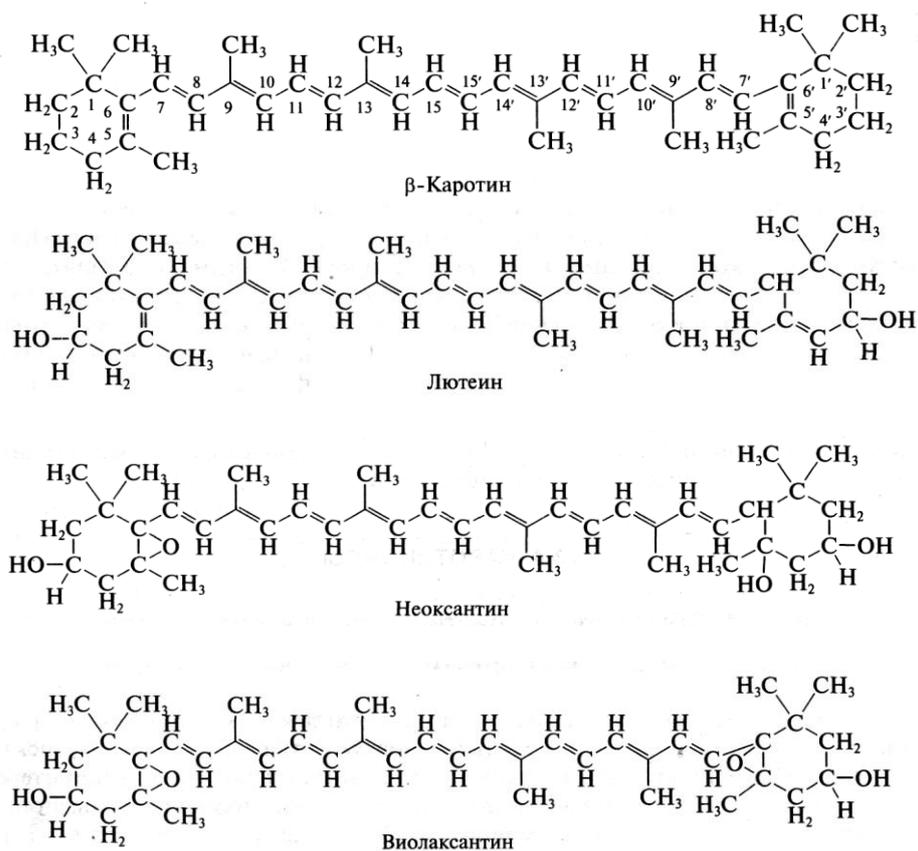
**Результаты и их обсуждение.** Данные анализов листьев растений на содержание суммы каротиноидов приведены в табл. 1.

Судя по результатам определения суммы каротиноидов в листьях всех трех опытных растений, свободный лиганд, содержащий в составе молекулы этиленовый фрагмент, служит для растительного организма дополнительным источником углерода, необходимого для синтеза терпенов, в том числе каротиноидов. Обработка сульфатом цинка существенно не повлияла на уровень содержания желтых пигментов в шпинате и каланхоэ. Эта соль и Zn-ЭДДЯК вызвали увеличение каротиноидов в листьях одуванчика, при этом в корне растения почти в три раза возросло содержание каротина в результате обработки комплексонатом (табл. 2), что увеличило и ценность лекарственного сырья.

Этот факт является дополнительным подтверждением сведений о том, что одуванчик наиболее требователен к содержанию данного микроэлемента в почве и способен аккумулировать его соединения в корне.

То, что обработка комплексонатом цинка сказалась на сумме каротиноидов в меньшей степени, чем свободным комплексоном, позволяет предполагать разные пути деструкции в растениях свободного и связанного в комплекс лиганда.

Основным итогом проведенного исследования можно считать полученные сведения о влиянии на различные растения не только комплексоната цинка, но и свободного лиганда – ЭДДЯК, существенно увеличивающего содержание каротиноидов, следовательно, и антиоксидантную активность растительного сырья.



Структура основных каротиноидов высших растений

**Таблица 1.**

Содержание каротиноидов в листьях растений  
(мг на 100 г сырой массы)

№ п/п	Опытное растение	Состав раствора			
		H <sub>2</sub> O dest	ZnSO <sub>4</sub>	Zn-ЭДДЯК	ЭДДЯК
1	Шпинат огородный	110±3	103±4	99±3	119±4
2	Одуванчик лекарственный	56±2	68±2	76±2	84±4
3	Каланхоэ перистое	7±1	8±1	15±2	29±3

**Таблица 2.**

Содержание каротина в корне одуванчика лекарственного  
(мг на 100 г сырой массы)

Пигмент	Состав раствора			
	H <sub>2</sub> O dest	ZnSO <sub>4</sub>	Zn-ЭДДЯК	ЭДДЯК
Каротин	3,2±0,1	4,4±0,1	9,4±0,2	5,0±0,2

### Список литературы

1. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: АСАДЕМА, 2003. С. 54, С 62.
2. Мокропосов А.Т., Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. М.: АСАДЕМА, 2006. С. 107-110.
3. Смирнова Т.И., Никольский В.М., Кудряшова Н.В., Иванютина Н.Н., Усанова З.И. Экологически безопасные биостимуляторы на основе комплексонов // Вестн. ТвГУ. Сер. «Химия». 2008. Вып. 7, № 32 (92). С. 8–14.

### THE INFLUENCE OF ETILENEDIAMINEDISUCCINIC ACID AND ITS COMPLEX WITH ZINC ON THE CONTAINING CAROTINOIDS IN PLANTS

**T.I. Smirnova, E.D. Malahaev, I.N. Baranovskij, O.W. Smirnova**

Tver State Agricultural Academy

It was studied in laboratory and field experiences on spinach, kalanchoe and dandelion the influence of cultivation by solutions etilenediaminedisuccinic acids (EDDS) and its complex with zinc (Zn-EDDS) on the containing of carotinoids in plants and carotin in dandelion root. It is shown that Zn-EDDS and EDDS stimulate formation carotinoids in plants.

**Keywords:** *etilenediaminedisuccinic acid, complex, carotinoids.*

Сведения об авторах:

СМИРНОВА Татьяна Ивановна – канд. хим.наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии, Тверская ГСХА, e-mail: [smirnova\\_tatyana2012@mail.ru](mailto:smirnova_tatyana2012@mail.ru).

МАЛАХАЕВ Евгений Дмитриевич – ст. преподаватель кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии, Тверская ГСХА.

БАРАНОВСКИЙ Иван Никитич – д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии, Тверская ГСХА.

СМИРНОВА Ольга Владимировна – канд. с.-х. наук, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии, Тверская ГСХА.