

# ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТОКОФЕРОЛОВ В ЗЕРНАХ ПШЕНИЦЫ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ОНТОГЕНЕЗА

[А. В. Никитенко, Д. С. Круглов](#)

*ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава  
России (г. Новосибирск)*

Проведено исследование изменения содержания витамина Е в зернах пшеницы в процессе их проращивания. Отработана методика количественного определения содержания суммы токоферолов в растительном сырье по поглощению УФ-излучения с длиной волны 292 нм. Показано, что изменение содержания токоферола в зернах обусловлено физиологическими процессами, протекающими в начальной стадии онтогенеза растительного организма, и установлено, что максимальное содержание витамина Е достигается спустя 24 часа после начала процесса проращивания семян.

*Ключевые слова:* растительное сырье, витамин Е, альфа-токоферол, проращивание семян пшеницы, спектрофотометрия.

---

**Никитенко Александра Владимировна** — студент 4-го курса фармацевтического факультета ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», e-mail: wuzvezda@list.ru

**Круглов Дмитрий Семенович** — кандидат технических наук, доцент и.о. заведующего кафедрой фармакогнозии и ботаники ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-13, e-mail: kruglov\_ds@mail.ru

---

*Введение.* Витамины — биологически-активные соединения различной природы, разделяемые по растворимости на две большие группы (липо- и гидрофильные), необходимы для нормального функционирования любого животного организма. Биологическое действие липофильных витаминов многообразно: обеспечение функционирования клеточных мембран, регуляция обмена специфических белков и стимуляция анаболических процессов, участие в окислительно-восстановительных процессах и др. [7]. Особую, социально важную роль, играет витамин Е, который улучшает функцию половых органов, регулирует выработку эстрогенов и прогестерона, обеспечивает гормональный баланс и в конечном итоге всесторонне действует на репродуктивную функцию человека [1].

В настоящее время под термином «витамин Е» понимают группу химических соединений, производных бензопирана, имеющих во 2-м положении пиранового кольца полиизопrenoидную цепь [3]. С химической точки зрения токоферолы представляют собой производные 2-метил-2(4', 8', 12'-триметилтридецил)-хроман-6-ола, или токола. Принято выделять  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -токоферолы, отличающиеся количеством и местом присоединения метильных заместителей в бензольном кольце и соответствующих им  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - и  $\delta$ -токотриенолов, имеющих в отличие от собственно токоферолов ненасыщенную изопrenoидную цепь.

Витамин Е, выделяемый из растительных объектов, представляет собой смесь из указанных восьми соединений с различной Е-витаминной активностью. Важнейшими источниками витамина Е для человека являются растительные масла, получаемые из семян различных растений (подсолнечник, кукуруза, соя, олива и др.). Однако все эти источники могут содержать и балластные вещества, которые могут изменять суммарный фармакологический эффект от их применения. Вместе с тем рекомендуется использование в пищу пророщенного зерна пшеницы, что позволяет снизить количество указанных балластных соединений-спутников.

*Целью данной работы* являлось исследование динамики изменения содержания витамина Е в зернах пшеницы в процессе их проращивания, т. е. на начальной стадии онтогенеза и возможности извлечения его из сырья различными экстрагентами.

*Материалы и методы.* В качестве объекта исследования были выбраны семена пшеницы сорта «Новосибирская-29». Перед замачиванием зерна промывались водой очищенной и удалялись все всплывшие зерна, после чего проводился отбор пробы 1 в количестве 50 г. Зерна отобранной пробы быстро высушивались, делились на две равные части по 20 г каждая и заливались выбранными экстрагентами (данные объекты были приняты за исходные образцы — нулевой момент онтогенеза).

Оставшееся зерно разделяли на 4 группы, засыпали тонким слоем в чашки Петри на чистую влажную ткань и заливали водой на 12 часов. После воду сливали и накрывали чистой тканью, которую постоянно увлажняли. Через каждые 24 часа случайным образом проводился отбор по 50 г зерен из всех чашек Петри. Отобранные образцы быстро высушивались, делились на две равные части и заливались выбранными экстрагентами.

Анализ известных методов [4] количественного определения витамина Е позволил выбрать доступный и достаточно простой метод спектрофотометрии. Для количественного определения содержания витамина Е в исследуемых образцах были приготовлены суммарные извлечения. В качестве экстрагентов были выбраны петролейный эфир марки 40-70 и вазелиновое масло (использование растительных масел было неприемлемо, так как они «априори» содержат различные формы токоферолов). Отобранные пробы зерна по 20 г заливались экстрагентами в соотношении сырье/экстрагент 1 : 5 и выдерживались в колбах с притертыми пробками течение 24 часов (петролейный эфир) и 120 часов (масло вазелиновое). После истечения времени настаивания жидкость декантировалась, и полученное извлечение очищалось от механических примесей центрифугированием при 8000 об/мин в течение 15 мин. Для полученных очищенных извлечений снимались УФ-спектры на спектрофотометре СФ-56 с использованием в качестве растворов сравнения соответствующих экстрагентов.

Для проведения количественного определения содержания витамина Е был использован рабочий стандартный образец (РСО)  $\alpha$ -токоферола. Выбор стандартного образца был обусловлен тем, что  $\alpha$ -токоферол, обладающий наибольшей Е-витаминной активностью,

можно использовать в качестве стандарта и проводить определение количественного содержания витамина Е как суммы всех форм токоферолов и токотриенолов в пересчете на  $\alpha$ -токоферол. Для приготовления РСО 1 мл раствора  $\alpha$ -токоферола в масле производства ОАО «Марбиофарм» (регистрационный номер: Р N001153/01) помещался в мерную колбу на 100 мл и доводился до метки петролейным эфиром.

*Результаты и их обсуждение.* На первом этапе был снят УФ-спектр РСО  $\alpha$ -токоферола (рис. 1). УФ-спектр РСО показал хорошее совпадение с УФ-спектрами  $\alpha$ -токоферола [5] и характерным максимумом при  $\lambda = 292$  нм [6].

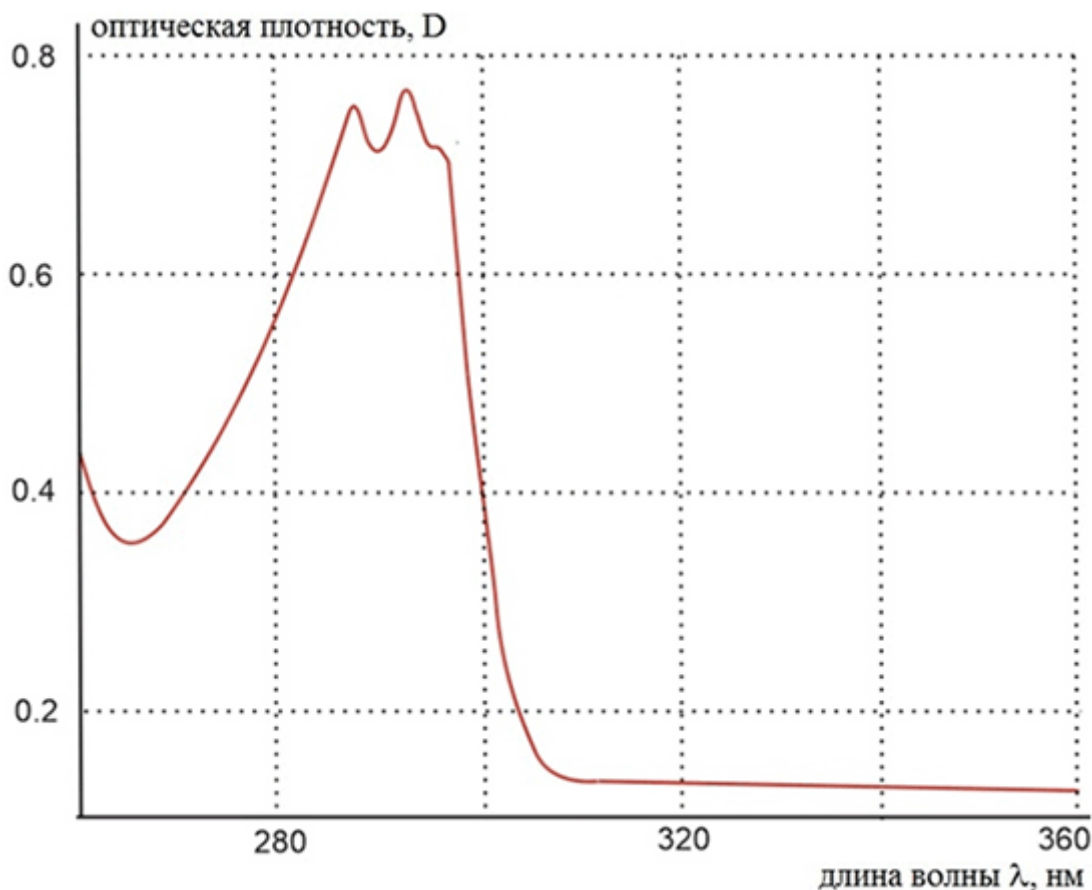


Рис. 1. УФ-спектр РСО  $\alpha$ -токоферола в петролейном эфире

Совпадение спектров РСО с имеющимися в научной литературе [4–6] позволил провести построение калибровочной прямой и рассчитать коэффициент  $k$  уравнения Бугера-Ламберта-Бэра, связывающего оптическую плотность  $D$  исследуемого раствора  $\alpha$ -токоферола с его концентрацией  $C$ :

$$D = \varepsilon \times l \times C \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  — коэффициент экстинкции  $\alpha$ -токоферола, а  $l$  — толщина слоя и тривиально:

$$D = k \times C \quad (2)$$

Рассчитанное по калибровочной прямой значение  $k = 186,2 \pm 5,2$  г/мл соответствует коэффициенту молярной экстинкции  $E_{1\%}^{1\text{см}} = 80,2$ , что близко к значению 75,8, определенному в [6].

На следующем этапе исследования были сняты УФ-спектры для извлечений из зерен пшеницы на разных этапах прорастания (рис. 2 и 3).

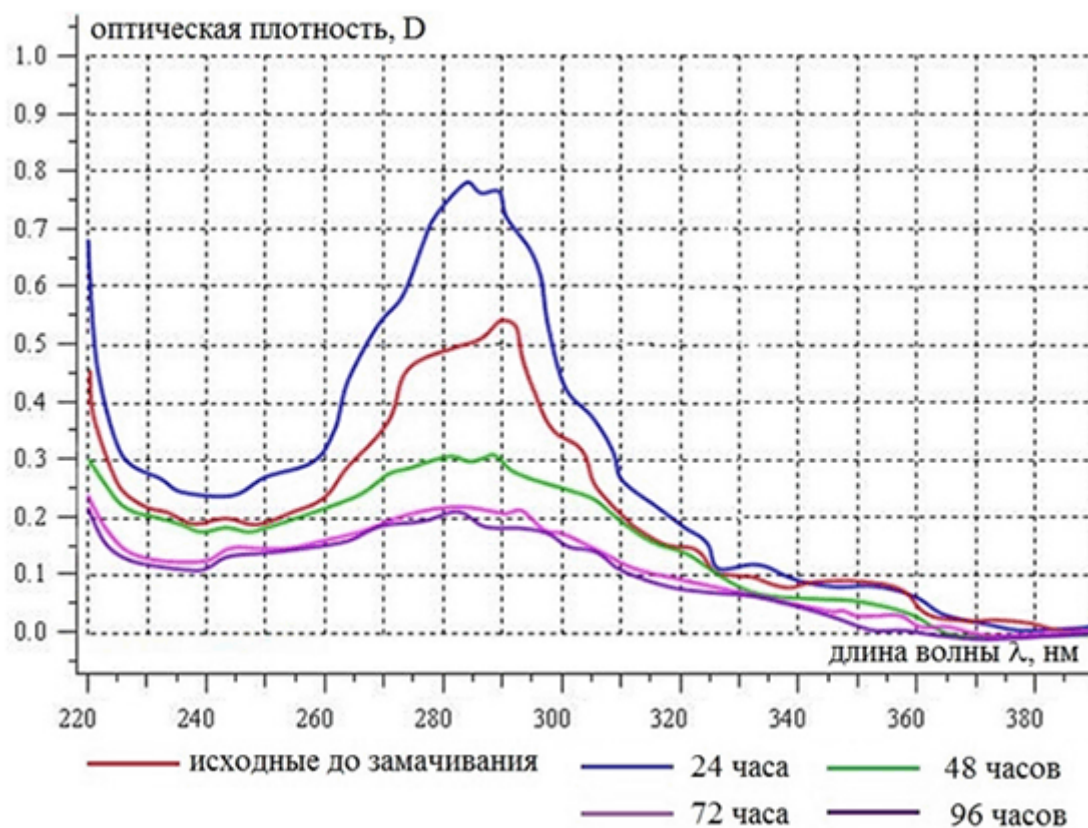


Рис. 2. УФ-спектр извлечений из семян пшеницы в вазелиновом масле

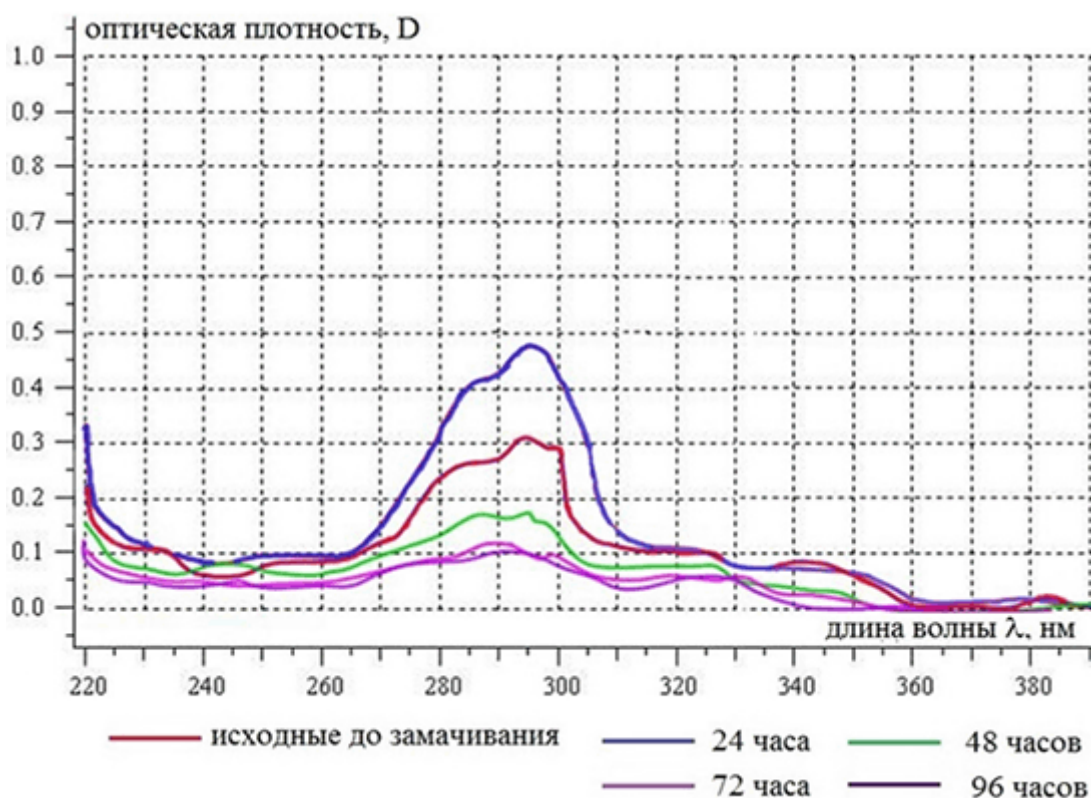


Рис. 3. УФ-спектр извлечений из семян пшеницы в петролейном эфире

Полученные спектры оказались близкими к спектру РСО  $\alpha$ -токоферола, что свидетельствует о преобладании именно этой формы в составе витамина Е и позволяет провести расчет количественного содержания витамина Е в растительном сырье в пересчете на  $\alpha$ -токоферол по формуле (3):

$$X = \frac{D \times V_{\text{МК}}}{k \times m_c} \times f \times \frac{100}{100 - w} \times 100, \% \quad (3)$$

где  $D$  — измеренная оптическая плотность;

$V_{\text{МК}}$  — объем мерной колбы, мл;

$k$  — коэффициент пересчета, г/мл;

$m_c$  — масса навески зерна, г;

$f$  — фактор разведения;

$w$  — влажность исходного сырья, %.

Результаты определения количественного содержания витамина Е в исследуемых образцах приведены в таблице.

#### Содержание витамина Е в пересчете на $\alpha$ -токоферол

| № п/п | Продолжительность онтогенеза, час | Содержание витамина Е, % |                    |
|-------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------|
|       |                                   | Масляное извлечение      | Эфирное извлечение |
| 1     | 0                                 | 0,28                     | 0,025              |
| 2     | 24                                | 0,41                     | 0,053              |
| 3     | 48                                | 0,1                      | 0,014              |
| 4     | 72                                | 0,075                    | 0,011              |
| 5     | 96                                | 0,056                    | 0,009              |

Как следует из результатов, приведенных в таблице, содержание витамина Е в процессе прорастания достигает максимума через 24 часа и затем резко падает до значений меньших, чем в исходном сырье. Подобная зависимость объясняется физиологическими процессами, протекающими в семени [2]. В начальный период онтогенеза возрастает интенсивность дыхания, так как для питания зародыша необходима мобилизация запасных веществ семени. В свою очередь для этого требуются ферменты, находящиеся в эндосперме в неактивном состоянии. В процессе набухания происходит как активация таких ферментов, так и синтезных ферментов, катализирующих анаболические процессы. Усиленный синтез токоферолов, обладающих мощным антиоксидантным эффектом, может быть также связан с необходимостью защиты образующихся мембран клеток от перекисного разрушения.

Большая концентрация токоферолов, полученная при их извлечении вазелиновым маслом, скорее всего связана с неоптимальными условиями извлечения с использованием в качестве экстрагента петролейного эфира.

**Вывод.** В результате проведенных исследований было установлена возможность количественного определения витамина Е в пересчете на  $\alpha$ -токоферол по поглощению УФ-излучения с длиной волны 292 нм и установлена зависимость содержания витамина Е на начальных этапах онтогенеза пшеницы, из которой следует, что максимальное содержание витамина Е достигается спустя 24 часа после начала процесса проращивания семян.

#### Список литературы

1. Литвицкий П. Ф. Нарушения обмена витаминов / П. Ф. Литвицкий // *Вопр. современной педиатрии*. — 2014. — Т. 13, № 4. — С. 40–47.
2. Медведев С. С. Физиология растений : учебник для вузов / С. С. Медведев. — СПб. :

БХВ-Петербург, 2012. — 512 с.

3. Ребров В. Г. Витамины, макро- и микроэлементы / В. Г. Ребров, О. А. Громова. — М. : ГЕОТАР-Медиа, 2008. — 960 с.
4. Тринеева О. В. Методы анализа витамина Е (обзор) / О. В. Тринеева // Вестн. ВГУ. Сер. Химия, биология, фармация. — 2013. — № 1. — С. 212-224.
5. Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Food,s /Ed. by Leo M. L. Nollet, F. Toldra. — 1st Edition. — New-York : CRC Press, 2013. — 956 p.
6. Handbook of Vitamins : Clinical nutrition in health and disease / Ed. by J. Zempleni [et al.]. — 5th Edition. — New-York : CRC Press, 2013. — 605 p.
7. Nutraceuticals and Functional Foods in Human Health and Disease Prevention / Ed. by D. Bagchi, A. Swaroop, H. G. Preuss. — 1st Edition. — New-York : CRC Press, 2015. — 722 p.

# CHANGE OF MAINTENANCE OF TOCOPHEROLS IN GRAINS OF THE WHEAT AT THE INITIAL STAGE OF ONTOGENESIS

*[A. V. Nikitenko, D. S. Kruglov](#)*

*FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health» (Novosibirsk)*

Research of change of vitamin E content in wheat grains in the course of their sprouting is conducted. The technique of quantitative determination of tocopherols content value in vegetable raw materials on absorption of UF-radiation with wavelength of 292 nanometers is fulfilled. It is shown that change of maintenance of tocopherol in grains is caused by physiological processes proceeding in initial stage of ontogenesis of plant body and it is established that the maximum content of vitamin E is reached 24 hours later after the beginning of seed sprouting process.

**Keywords:** vegetable raw materials, vitamin E, alpha tocopherol, wheat seed sprouting, spectrophotometry.

---

## About authors:

**Nikitenko Aleksandra Vladimirovna** — student of the 4<sup>th</sup> course of pharmaceutical faculty at FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», e-mail: wuzvezda@list.ru

**Kruglov Dmitriy Semenovich** — candidate of technical science, assistant professor, acting head of pharmacognosy and botany chair at FSBEI HE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-13, e-mail: kruglov\_ds@mail.ru

## List of the Literature:

1. Litvitsky P. F. Disturbances of exchange of vitamins / P. F. Litvitsky // Issues of modern pediatrics. — 2014. — Vol. 13, N 4. — P. 40-47.
2. Medvedev S. S. Physiology of plants : textbook for higher education institutions / S. S. Medvedev. — SPb. : BHV-Peterburg, 2012. — 512 p.
3. Rebrov V. G. Vitamins, macro- and microsubstances / V. G. Rebrov, O. A. Gromova. — M. : GEOTAR-media, 2008. — 960 p.
4. Trineeva O. V. Methods of analysis of vitamin E (review) / O. V. Trineeva // Bulletin of VSU. Series. Chemistry, biology, pharmacy. — 2013. — N 1. — P. 212-224.
5. Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Food, s / Ed. by Leo M. L. Nollet, F. Toldra. — 1<sup>st</sup> Edition. — New-York : CRC Press, 2013. — 956 p.
6. Handbook of Vitamins: Clinical nutrition in health and disease/Ed. by J. Zemleni [et al.]. — 5<sup>th</sup> Edition. — New-York : CRC Press, 2013. — 605 p.
7. Nutraceuticals and Functional Foods in Human Health and Disease Prevention / Ed. by D. Bagchi, A. Swaroop, H. G. Preuss. — 1<sup>st</sup> Edition. — New-York : CRC Press, 2015.

