

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2021-1-48-53>

УДК 633/635: 504.064: 546.11.02.3

ИНКОРПОРИРОВАНИЕ ТРИТИЯ КУЛЬТУРОЙ *HELIANTHUS ANNUUS* ПРИ КОРНЕВОМ ПОСТУПЛЕНИИ

Поливкина Е.Н., Ляхова О.Н., Ларионова Н.В., Субботина Л.Ф.

Филиал «Институт радиационной безопасности и экологии» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

E-mail: polivkina@nnc.kz

Дана количественная оценка процесса инкорпорирования ^3H культурой *Helianthus Annuus* при корневом поступлении в лабораторных условиях. Установлено, что при хроническом поглощении ^3H *Helianthus Annuus* корневой системой значения фактора R в ходе вегетации варьируют от 0,11 до 0,27 при среднем значении 0,21. Скорость формирования тритированного органического вещества изменялась в пределах от 0,08 до 0,044% ч⁻¹, с максимумом в фазе облиствения. Индекс транслокации (*translocation index – TLI*) для культуры *Helianthus Annuus* при корневом поглощении ^3H составил 65%, что почти в 2,5 раза выше, чем при аэральном поглощении радионуклида. Характер распределения ^3H по органам *Helianthus Annuus* при длительном корневом поступлении ^3H для трития в свободной воде (ТСВ) уменьшается в ряду «корни > соцветия > стебли > листья», для органически связанного трития (ОСТ) – «соцветия > стебли > листья > корни». При корневом поглощении ^3H культурой *Helianthus Annuus* значения активности ТСВ тесно коррелируют с активностью радионуклида в воде, поглощаемой корнями ($r = 0,89$). Установленные закономерности распределения ^3H по органам *Helianthus Annuus* и значения R имеют практическое значение для биомониторинга тритиевого загрязнения окружающей среды.

Ключевые слова: *Helianthus Annuus*, тритий, инкорпорирование, тритий свободной воды тканей, органически связанный тритий.

ВВЕДЕНИЕ

Радионуклид ^3H образуется при работе ядерных реакторов всех типов [1]. Необходимо отметить тот факт, что в настоящее время не существует эффективных способов для улавливания ^3H , поэтому радионуклид вместе со сбросами и выбросами предприятий ядерного топливного цикла (ЯТЦ) поступает в водные и наземные экосистемы, а значит и цепи питания, конечным звеном которых может являться человек. Основным депо нахождения изотопа ^3H в природе служит вода, поэтому он вместе с водным потоком и водяными парами из мест первичного загрязнения легко перемещается на большие расстояния [2–4].

Значимым этапом переноса ^3H являются растения, которые способны поглощать техногенный ^3H в составе воды корневым путем [5]. Далее в результате идентичности химических свойств обычной молекул воды (H_2O) и тритированной воды (НТО) радионуклид ^3H легко вовлекается в процессы фотосинтеза, в результате которых переходит в органически связанный тритий (ОСТ) [6–7]. Органически связанная форма изотопа ^3H способна на длительное время задерживаться в составе клеточных структур, а ее дозовые коэффициенты примерно в 3 раза выше, чем для НТО [5, 8]. В связи с этим, изучение вопросов радиационно-гигиенической опасности техногенного ^3H с точки зрения его поглощения, распределения и инкорпорирования в растениеводческой продукции, является актуальной задачей для разработки стратегических мер и прогнозирования радиоэкологических последствий в случае радиационных аварий. Однако, оценка рисков при тритиевом загрязнении до сих пор яв-

ляется сложной задачей со множеством неизвестных. Причины заключаются в недостаточности, разрозненности большинства количественных данных, описывающих процессы поглощения, распределения и инкорпорирования техногенного ^3H , полученных как в лабораторных, так и в естественных условиях. Цель работы заключалась в количественной оценке процесса корневого поглощения НТО растениями в лабораторных условиях на примере культуры *Helianthus Annuus*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве экспериментального растения выбран подсолнечник (*Helianthus Annuus*), активно возделываемый в Республике Казахстан в качестве масличной культуры. Исследование количественных показателей поглощения и инкорпорирования радионуклида ^3H при корневом поступлении в растения проводили в лабораторных условиях.

В пластиковые вегетационные сосуды ($V = 35$ л) помещали дренаж, затем фоновую светло-каштановую суглинистую почву, на которой в лабораторных условиях проращивали *Helianthus Annuus*. Всего подготовлено 10 сосудов. Для эксперимента использовали семена, схожие по размеру и массе. В одном сосуде выращивали не более 3 растений. Для моделирования корневого поглощения ^3H растения в течение вегетационного развития поливали тритированной водой с высокой удельной активностью радионуклида в форме НТО. Воду с высокой удельной активностью ^3H отбирали на территории Семипалатинского испытательного полигона каждые 10 дней для имитации естественной динамики НТО в почвенном рас-

творе вегетационных сосудов. Полив экспериментальных растений очередной порцией тритированной воды осуществляли от 3 до 5 раз в 10 дней в утренние часы водой по предварительно рассчитанной норме, поддерживая оптимальную влажность почвы на уровне 60% от полной влагоемкости [9].

Сравнительно одинаковые условия произрастания экспериментальных растений обеспечивались системой фитоосвещения и терморегулирования. Для исключения аэрального поступления ^3H в течение эксперимента в лабораторном помещении вследствие испарения НТО почвой после полива и транспирационной активности растений обеспечивали посредством работы вентиляционной системы. Контроль удельной активности ^3H в воде для полива и растительных образцах производили одновременно каждые 10 дней.

Эксперимент длился до фазы роста семян *Helianthus Annuus* (начало созревания) и составил 65 дней. В течение всего эксперимента каждые 10 дней рандомизированно производили отбор проб листьев *Helianthus Annuus* в трехкратной повторности. В конце вегетационного периода на стадии созревания дополнительно производили отбор проб органов подсолнечника (стебли, листья, соцветия, корни) для установления характера распределения ^3H в свободной воде тканей (ТСВ) и в органическом веществе (ОСТ). Масса каждого растительного образца в среднем составляла 100–150 г.

Измерение удельной активности радионуклида ^3H производили в свободной воде тканей и органической составляющей растений. Выделение свободной воды растений производили посредством специальной установки [10]. Установка представляет собой герметичную прозрачную ёмкость для загрузки растительного образца, соединённую с охлаждаемой металлической поверхностью и приёмником для конденсата, извлекаемого из пробы. Отобранный конденсат объёмом 10–15 мл подготавливали для проведения β -спектрометрического измерения удельной активности ^3H на жидко-сцинтилляционном спектрометре.

Подготовку проб растений для измерения удельной активности ОСТ производили методом сжигания сухого растительного образца на установке *Sample Oxidizer model 307 (PerkinElmer, США)* с последующей подготовкой полученной воды для проведения β -спектрометрического измерения удельной активности ^3H на жидкостно-сцинтилляционном спектрометре.

Определение удельной активности ^3H в исследуемых образцах проводилось методом жидкостно-сцинтилляционной спектрометрии с использованием спектрометра *QUANTULUS 1220 (Perkin Elmer, США)* [11]. Непосредственно перед проведением анализа все пробы проходили стадию фильтрации для удаления механических примесей, затем из измеряемого образца отбиралась аликвота объёмом 3 мл

и помещалась в пластиковую вialу объёмом 20 мл с добавлением сцинтилляционного коктейля в пропорции 1:4 (отношение «образец-сцинтиллятор»). Для анализа проб использовался сцинтилляционный коктейль *Ultima Gold LLT*, разработанный специально для измерения трития в природных образцах (эффективность регистрации для ^3H в диапазоне 0–18 кЭВ порядка 60%). Время измерения для каждого образца составляло около 120 минут. Обработка бета-спектра и расчёт концентрации активности ^3H проводились с помощью программы *Quanta Smart*. Минимально-детектируемая активность ^3H используемой радиометрической аппаратуры составила: для ОСТ – от 4,5 до 7, для НТО – от 2,7 до 5 Бк/л.

Коэффициент R (specific activity ratio) определяли, как отношение удельных активностей ОСТ и ТСВ [12, 13].

Скорость образования ОСТ рассчитывали согласно формуле [14]:

$$v \times C_{ТСВ} = \frac{dC_{ОСТ}}{dt}, \quad (1)$$

где $C_{ОСТ}$ – активность ОСТ в листьях подсолнечника, Бк/л; $C_{ТСВ}$ – активность ТСВ в листьях подсолнечника, Бк/л; t – время наблюдений (экспозиции), ч; v – скорость превращения ТСВ в ОСТ, % ч⁻¹.

Для количественной оценки переноса ОСТ в растении использовали индекс транслокации (*translocation index – TLI*), который определяется следующим соотношением [15]:

$$TLI = \frac{C_{ОСТ}}{C_{ТСВ}} \times 100\%, \quad (2)$$

где $C_{ОСТ}$ – удельная активность ОСТ в органах, Бк/л; $C_{ТСВ}$ – удельная активность ТСВ в листьях.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В период проведения эксперимента с *Helianthus Annuus* производили измерение климатических показателей, оказывающих влияние на биологическую продуктивность растений (температуры и относительной влажности). Температура воздуха изменялась в пределах от 23 до 32 °С, относительная влажность воздуха – от 35 до 55%, в целом соответствовала нормальным условиям роста *Helianthus Annuus*. Длительность эксперимента составила 65 дней до начала созревания.

Значения удельной активности радионуклида ^3H в воде для полива в течение эксперимента изменялась от 95 до 540 кБк/л (рисунок 1), в целом диапазон варьирования составил 1 порядок. Таким образом, в лабораторных условиях искусственно имитировалась естественная динамика НТО.

Изменение значений удельной активности ^3H в свободной воде тканей (ТСВ) и органическом веществе (ОСТ – органически связанный тритий) листьев *Helianthus Annuus* на протяжении эксперимента показано на рисунке 2.

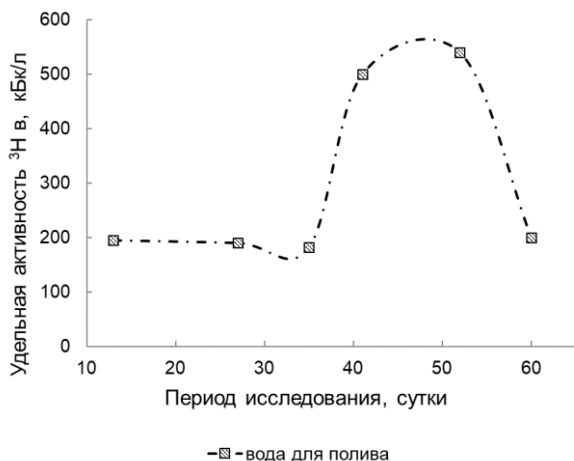


Рисунок 1. Изменение удельной активности ³H в воде для полива

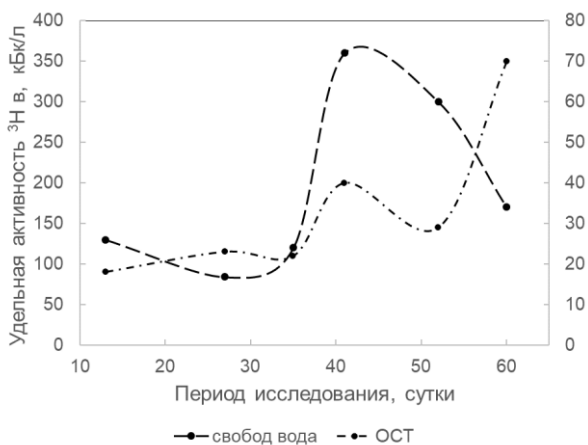


Рисунок 2. Удельная активность TCB и OST в листьях *Helianthus Annuus*

Согласно представленным данным, в листьях *Helianthus Annuus* в течение вегетации значения активности OST ($n \cdot 10^4$) на порядок меньше по сравнению со значениями TCB ($n \cdot 10^5$).

На основе полученных количественных параметров TCB и OST рассчитана скорость образования OST в листьях *Helianthus Annuus* (рисунок 3). В ходе вегетации значения скорости изменялись в пределах от 0,080 до 0,044% $ч^{-1}$. Максимальная скорость образования OST установлена в фазе активного роста *Helianthus Annuus*, а в конце вегетации (стадия роста семян) показатель скорости образования OST снизился почти в 2 раза. Аналогичная закономерность установлена при исследовании количественных параметров аэрального поглощения ³H в естественных условиях [16]. Высокая скорость образования OST на ранних этапах развития растений, очевидно, обусловлена интенсивным биосинтезом [17], а значит и фотосинтезом, в процессе которого ассимилируется большая часть ³H [5]. Спад скорости включения ³H в органические структуры растений в конце вегетации, вероятно, обусловлен старением листовых пластинок и,

соответственно, хлоропластов, в которых осуществляется фотосинтез [17].

Полученная зависимость для скорости образования OST указывает на то, что процесс инкорпорирования радионуклида ³H в большей степени обусловлен спецификой целого комплекса внутренних физиологических процессов в ходе вегетативного развития растения.

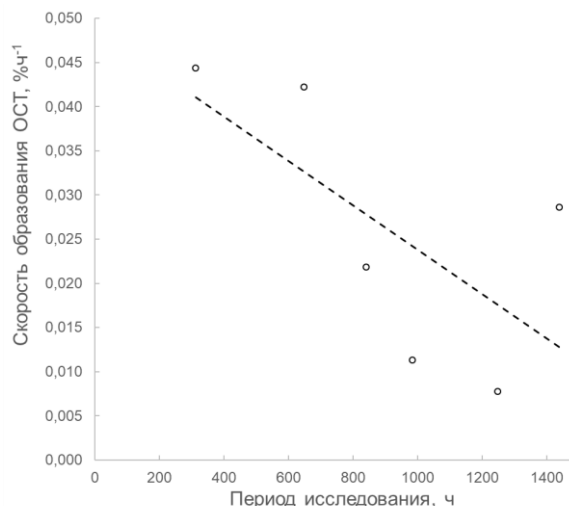


Рисунок 3. Скорость образования OST в листьях *Helianthus Annuus*

Для анализа экспериментально полученных количественных параметров поглощения ³H культурой *Helianthus Annuus* использовали метод непараметрической статистики – ранговый корреляционный анализ (таблица 1).

Таблица 1. Результаты рангового корреляционного анализа

Количественные параметры поглощения ³ H		Значения коэффициента корреляции Спирмена (при $p < 0,05$)
Удельная активность ³ H в воде для полива	TCB	0,89
	OST	—
TCB	скорость образования OST	—
	скорость образования OST	—

Примечание: «—» – отсутствует достоверная корреляционная зависимость.

Согласно данным таблицы 1, значимая достоверная корреляционная зависимость выявлена только между значениями удельной активности ³H в источнике поступления радионуклида (вода, которую использовали для полива), и в свободной воде тканей экспериментальных растений.

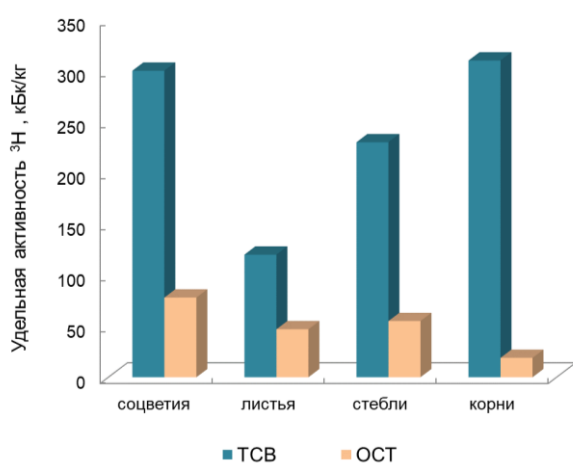
На основе экспериментальных данных получены значения R для культуры *Helianthus Annuus* при корневом поступлении (таблица 2), которые можно использовать как маркеры тритиевого загрязнения.

Таблица 2. Значения *R* для *Helianthus Annuus* при корневом поглощении НТО

Время, сутки	Фаза вегетации	<i>R</i>
13	интенсивный рост	0,14
27		0,27
35		0,18
41	бутонизация	0,11
52	цветение	0,16
60	начало созревания (рост семян)	0,41

Среднее значение *R* за период вегетации для *Helianthus Annuus* составило 0,21.

Характер распределения ^3H по органам *Helianthus Annuus* при корневом поступлении в конце вегетационного периода представлен на рисунке 4.

Рисунок 4. Распределение ^3H по органам *Helianthus Annuus*

Как видно из рисунка 4, при корневом поступлении радионуклида ^3H распределение ТСВ и ОСТ в органах *Helianthus Annuus* имеет различный характер. Так, активность ТСВ уменьшается в ряду «корни > соцветия > стебли > листья», а ОСТ – «соцветия > стебли > листья > корни». Согласно ранее проведенным исследованиям [16], при аэральном поглощении НТО распределение ^3H носит противоположный характер, и максимальная удельная активность ТСВ и ОСТ отмечается в надземных органах растений. Данный факт указывает на то, что на распределение ^3H в растении оказывает влияние путь поступления радионуклида.

Индекс транслокации *TLI* при корневом поглощении ^3H составил 65%, что почти в 2 раза выше по сравнению с аналогичным значением при аэральном поступлении радионуклида [16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные экспериментальным путем количественные параметры поглощения и инкорпорирования радионуклида ^3H на примере *Helianthus Annuus* показали, что активность ТСВ зависит от уровня ак-

тивности радионуклида ^3H в источнике, тогда как активность ОСТ является величиной, зависимой от вегетативного развития растений.

Практическая ценность результатов исследования заключается в том, установленные закономерности распределения ^3H по органам *Helianthus Annuus* и значения *R* можно использовать при биомониторинге тритиевого загрязнения, в частности для выявления источника поступления радионуклида в окружающую среду. Также полученные значения индекса транслокации ОСТ в урожай могут использоваться при оценке дозовых нагрузок для населения, проживающего на импактных территориях ЯТЦ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан в рамках научного гранта АР08956713 «Исследование радиационно-гигиенической опасности техногенного трития при его накоплении растениеводческой продукцией для оценки дозовой нагрузки на население».

Автор для корреспонденции – Ляхова О.Н.

(E-mail: lyahova@nnc.kz).

ЛИТЕРАТУРА

- Weinberg A. M. The future of nuclear energy / Weinberg A.M. // Phys. Today, 1981. – No. 3. – V. 34. – P. 48–56.
- Николин О.А. Тритий в водных экосистемах Уральского региона: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 2008. – 25 с.
- Merphy C.E., Sweet C.W., Fallon R.D. Tritium transport around nuclear facilities. Nucl. Saf. – 1999. – 23(6). – P. 677–684.
- Szynyns B. I., Momot O.A., Mirzeabasov O.A., Zemnova A.V., Lyapunova E.R., Glushkov Yu.M., Oudalova A.A. Radiological Problems of Tritium. / XIII International Youth Scientific and Practical Conference «Future of atomic energy – AtomFuture 2017» Obninsk, 2018. – P. 249–260. <https://doi.org/10.18502/keg.v3i3.1624>.
- Boyer C., Vichot L., Fromm M., Losset Y., Tatin-Froux F., Guetat P., Badot P.M. Tritium in plants: a review of current knowledge // Environ. Exp. Bot., 2009. – V. 67. – No. 1. – P. 34–51. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.06.008>.
- Garland J. A., Ameen M. Incorporation of tritium in grain plants // Health Phys., 1979. – No. 36. – P. 35–38.
- Diabate S., Strack S. Organically bound tritium // Health Phys., 1993. – V. 65. – No. 6. – P. 698–712.
- UNSCEAR 2016 Report. Annex C. Biological effects of selected internal emitters – Tritium. New York, USA: United Nations, 2017. – P. 241–359.
- Методы исследований в агрохимии: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки / сост.: Е.А. Нарушева // Сельское хозяйство. – Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014. – С. 16–23.
- Лукашенко С. Н., Ларионова Н. В., Зарембо В. П. Инновационный патент РК. № 29721. Установка для извлечения воды из образцов // Электронный бюллетень. Астана, 2015. – бюл. № 4. [Электронный ресурс] URL: <http://kzpatents.com/4-ip29721-ustrojstvo-dlya-izvlecheniya-vody-iz-obrazcov.html> (дата обращения 25.12.2019).

11. Качество воды. Определение объёмной активности трития. Метод подсчёта сцинтилляций в жидкой среде. Международный стандарт ISO 9698:2010. Астана: «КазИнСт», 2010. – 32 с.
12. Shem Hui-fang, Yao Ren-tai. Study of ratio of tritium concentration in plants water to tritium concentration in air moisture for chronic atmospheric release of tritium // *Energy Procedia*, 2011. – No. 5. – P. 2421–2425. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.416>.
13. Sang-Bong Kim, Myung-Ho Lee, Gun-Sik Choi Investigation into tritium behavior in Chinese cabbage and Rice after a short-term exposure of HTO // *J. Korean Asso. Radiat. Prot.*, 1998. – V. 23. – No. 2. – P. 75–82.
14. Atarashi-Andoh M., Amano H., Ichimasa M., Ichimasa Y. Conversion rate of HTO to OBT in plants // *Fusion Sci. Techn.*, 2002. – V. 41. – No. 3. – P. 427–431.
15. Strack S., Diabat S., Muller J., Raskob W. Organically bound tritium formation and translocation in crop plants, modelling and experimental results // *Fusion Techn.*, 1995. – No. 28. – P. 951–956.
16. Поливкина Е.Н. Оценка аэрального поглощения НТО культурой *Helianthus Annuus* в условиях Семипалатинского испытательного полигона / Поливкина Е.Н., Ларионова Н.В., Ляхова О.Н. // *Радиация и риск*, 2020. – № 1 – С. 79–89
17. Якушкина Н.И., Бахтина Е.Ю. Физиология растений: Учебник. М.: ВЛАДОС, 2004. – 484 с.
- No. 1. – P. 34–51. <https://doi.org/10.1016/j.envexbot.2009.06.008>.
6. Garland J. A., Ameen M. Incorporation of tritium in grain plants // *Health Phys.*, 1979. – No. 36. – P. 35–38.
7. Diabate S., Strack S. Organically bound tritium // *Health Phys.*, 1993. – V. 65. – No. 6. – P. 698–712.
8. UNSCEAR 2016 Report. Annex C. Biological effects of selected internal emitters – Tritium. New York, USA: United Nations, 2017. – P. 241–359.
9. Metody issledovaniy v agrokhimii: kratkiy kurs lektsiy dlya aspirantov napravleniya podgotovki / sost.: E.A. Narusheva // *Sel'skoe khozyaystvo. – Saratov: FGBOU VPO «Saratovskiy GAU»*, 2014. – P. 16–23.
10. Lukashenko S. N., Larionova N. V., Zarembo V. P. Innovatsionnyy patent RK. № 29721. Ustanovka dlya izvlecheniya vody iz obraztsov // *Elektronnyy byulleten'.* Astana, 2015. – byul. No. 4. [Elektronnyy resurs] URL: <http://kzpatents.com/4-ip29721-ustrojstvo-dlya-izvlecheniya-vody-iz-obrazcov.html> (data obrashcheniya 25.12.2019).
11. Kachestvo vody. Opredelenie ob'emnoy aktivnosti tritiya. Metod podscheta stsintillyatsiy v zhidkoy srede. Mezhdunarodnyy standart ISO 9698:2010. Astana: «KazInSt», 2010. – 32 p.
12. Shem Hui-fang, Yao Ren-tai. Study of ratio of tritium concentration in plants water to tritium concentration in air moisture for chronic atmospheric release of tritium // *Energy Procedia*, 2011. – No. 5. – P. 2421–2425. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2011.03.416>.
13. Sang-Bong Kim, Myung-Ho Lee, Gun-Sik Choi Investigation into tritium behavior in Chinese cabbage and Rice after a short-term exposure of HTO // *J. Korean Asso. Radiat. Prot.*, 1998. – V. 23. – No. 2. – R. 75–82.
14. Atarashi-Andoh M., Amano H., Ichimasa M., Ichimasa Y. Conversion rate of HTO to OBT in plants // *Fusion Sci. Techn.*, 2002. – V. 41. – No. 3. – P. 427–431.
15. Strack S., Diabat S., Muller J., Raskob W. Organically bound tritium formation and translocation in crop plants, modelling and experimental results // *Fusion Techn.*, 1995. – No. 28. – P. 951–956.
16. Polivkina E.N. Otsenka aeral'nogo pogloshcheniya NTO kul'turoy *Helianthus Annuus* v usloviyakh Semipalatinskogo ispytatel'nogo poligona / Polivkina E.N., Larionova N.V., Lyakhova O.N. // *Radiatsiya i risk*, 2020. – No. 1 – P. 79–89
17. Yakushkina N.I., Bakhtina E.Yu. Fiziologiya rasteniy: Uchebnik. M.: VLADOS, 2004. – 484 p.

REFERENCES

***HELIANTHUS ANNUS* ДАҚЫЛЫМЕН ТАМЫРЛЫҚ ТҮСҮІ
КЕЗІНДЕ ТРИТИЙДІ ӨЗІНЕ ҚОСЫП АЛУЫ**

Е.Н. Поливкина, О.Н. Ляхова, Н.В. Ларионова, Л.Ф. Субботина

ҚР ҰҰО РМК «Радиациялық қауіпсіздік және экология институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан

Helianthus Annuus дақылымен тамырлық түсуі кезінде ^3H өзіне қосып алу процесін зертханалық жағдайларда сандық бағалау берілді. *Helianthus Annuus* тамырлық жүйесімен ^3H созылмалы сіңіру кезінде R факторының мәндері өсіп-жетілу барысында 0,11-ден бастап 0,27 дейін құбылатыны анықталды. Тритийленген органикалық заттектің қалыптасу жылдамдығы жапырақтану фазасында жоғарылап, 0,08-ден бастап $0,044\% \cdot \text{ч}^{-1}$ дейінгі шектерінде өзгеріп отырды. Транслокация индексі (*translocation index – TLI*) *Helianthus Annuus* дақылы үшін ^3H тамырлық сіңірілуі кезінде 65% құрады, бұл радионуклидтің аэралды сіңірілуі кезіне қарағанда 2,5 есеге жоғары.

Helianthus Annuus мүшелері бойынша ^3H таралу сипаты ^3H ұзақ уақыт тамырлық түсуі кезінде еркін су тритийі (ЕСТ) үшін «тамырлар > гүлшоғырлар > сабақтар > жапырақтар», органикалық байланысқан тритий (ОБТ) үшін – «гүлшоғырлар > сабақтар > жапырақтар > тамырлар» қатарында азаяды. *Helianthus Annuus* дақылымен ^3H тамырлық сіңірілуі кезінде ЕСТ белсенділік мәндері тамырмен сіңірілген судағы радионуклидтің белсенділігімен өзара тығыз байланыстырылады ($r = 0,89$). *Helianthus Annuus* мүшелері бойынша ^3H белгіленген таралу заңдылықтары мен R мәндерінің қоршаған ортаның тритийлік ластану биомониторингі үшін практикалық маңызы бар.

Түйін сөздер: *Helianthus Annuus*, тритий, органикалық заттарға қосу, еркін су тритийі, органикалық байланысқан тритий.

INCORPORATION OF TRITIUM BY *HELIANTHUS ANNUUS* WHEN ENTERING THROUGH THE ROOTS

Ye.N. Polivkina, O.N. Lyakhova, N.V. Larionova, L.F. Subbotina

Branch “Institute of Radiation Safety and Ecology” RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

The paper provides results of quantitative assessment of ^3H incorporation by *Helianthus Annuus* in case of intake through the roots in vitro. It was found, that in case of chronic ^3H intake through the roots, R factor value for *Helianthus Annuus* during vegetation period ranges between 0.11 and 0.27 with the average of 0.21. The rate of generation of tritiated organic matter ranges between 0.08 and 0.044% per hour, with the maximum value reached at the leaf formation stage. Translocation index for *Helianthus Annuus* in case of intake of ^3H through the roots is 65%, that is almost 2.5 times higher than for aerial uptake of the radionuclide. Values of ^3H distribution among the organs of *Helianthus Annuus* when continuously received through the roots decreases for tissue free water tritium (TFWT) in the range “roots > flowers > stalks > leafs”, while for organically bound tritium (OBT) these decrease in the range “flowers > stalks > leafs > roots”.

When *Helianthus Annuus* absorbs ^3H through the roots TFWT activity values correlate well with activity of the radionuclide in water, absorbed by the roots ($r = 0.89$). Regularities found in distribution of ^3H among the organs of *Helianthus Annuus* and R values are of practical importance for biomonitoring of contamination of environmental objects with tritium.

Keywords: *Helianthus Annuus*, tritium, incorporation, tissue free water tritium, organically bound tritium.