

## АГРОНОМИЯ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК: 635.21

DOI: 10.26456/garden/2024.12.031

### ОПТИМИЗАЦИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ ТОПИНАМБУРА ЗА СЧЕТ ПРОВЕДЕНИЯ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК КОМПЛЕКСНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ

З.И.Усанова<sup>1</sup>, И.Н. Смирнова<sup>1</sup>, М.Н.Павлов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Тверская государственная сельскохозяйственная академия

<sup>2</sup>Тверской государственной университет, НОЦ «Ботанический сад ТвГУ»

*e-mail: rastenievodstvo@mail.ru*

*maxnipav@gmail.com*

В работе обсуждаются результаты, полученные в двухфакторном полевом опыте в 2021 – 2023 гг. на дерново – подзолистой почве Центрального Нечерноземья (Тверская область). Некорневые подкормки проводились комплексными удобрениями (фактор А): Акварин 3, Акварин 5, Фолирус Премиум, Гумат+7, контроль – вода, расход рабочей жидкости 300 л/га. Изучалось 2 способа применения (фактор В): одна некорневая подкормка при высоте растений 10 – 15 см и две подкормки – при высоте 10-15 см и 40 – 50 см. Выявлено, что некорневые подкормки снижают коэффициенты водопотребления и тем самым оптимизируют расход воды растениями. Наибольшие биологические коэффициенты водопотребления получены в вариантах с одним опрыскиванием Акварином 3 (80), Акварином 5 (80) и с двумя – Гуматом +7 (70 мм х га / ц или м<sup>3</sup>/т).

**Ключевые слова:** топинамбур, сорт, Скороспелка, влагообеспеченность, водопотребление, продуктивность, некорневые подкормки комплексными удобрениями.

#### Введение

Влагообеспеченность растений является важным фактором формирования высокопродуктивных посевов (агоценозов) большинства сельскохозяйственных культур [1-4].

Топинамбур (*Helianthus tuberosus* L.) по своей биологической природе способен усваивать большое количество влаги благодаря хорошо развитой корневой системе [5,6]. В период вегетации и цветения общий объем корневой системы у топинамбура (225 см<sup>3</sup>) в 1,5 – 3,5 раза больше, чем у картофеля, а рабочая поверхность корней (32,2 см<sup>3</sup>) – в 6,5 – 8,5 раза.

Исследованиями Г.В.Устименко, З.И.Усановой [7] установлено, что топинамбур может выдерживать сильную засуху, когда влажность почвы снижается до 10 % от предельной полевой влагоемкости, что для дерново – подзолистой легкосуглинистой почвы равнозначно полевой влажности почвы 2,3 – 2,5 %. При этом, наиболее короткий период засухи (6 дней) с наибольшим ущербом урожаю он выносит во время образования репродуктивных органов (бутонизация). В молодом возрасте (сразу после всходов) растения способны выносить более длительную засуху (29 дней), чем в более поздние сроки (10 – 6 дней), без снижения урожайности.

Особенности водопотребления топинамбура в полевых условиях Центрального Нечерноземья изучены недостаточно, в том числе для раннеспелого сорта Скороспелка.

Для другого представителя клубнеплодов – картофеля эти вопросы более исследованы.

По данным ряда авторов [8] коэффициенты водопотребления картофеля зависят от влагообеспеченности посадок, приемов технологии возделывания (предшественника, интенсивности технологии, сорта) и достигали у лучшего сорта Удача: биологическая – 684, товарная 156 мм х га/ ц при урожайности картофеля 40 – 45 т/га. Возделывание картофеля по интенсивной технологии снижало расход воды растениями в 1,3 – 1,4 раза.

Цель данной работы – выявить коэффициенты водопотребления топинамбура и роль некорневых подкормок комплексными удобрениями в их оптимизации.

Знание коэффициентов водопотребления особенно необходимо при программировании урожайности сельскохозяйственных культур, в частности – климатически обеспеченной урожайности по влагообеспеченности (КУВ) [2,9,10].

### **Материал и методика**

Исследования по водопотреблению проводили в двухфакторном полевом опыте в 2021 – 2023 гг., заложенном на дерново – среднеподзолистой легкосуглинистой почве на опытном поле Тверской ГСХА. В почве содержалось гумуса (по Тюрину) 1,6 %, легкогидролизуемого азота (по Корнфилду) 74,1 мг/кг, подвижного фосфора – 308 мг/кг, легкодоступного калия (по Кирсанову) – 121,4 мг/кг, рН солевой вытяжки – 4,94.

Опыт закладывали в 4-х кратной повторности по схеме: А – вид комплексного удобрения: А<sub>1</sub> – контроль, вода 300 л/га, А<sub>2</sub> – Акварин 3, 0,8 кг/га, А<sub>3</sub> – Акварин 5, 1,3 кг/га, А<sub>4</sub> – Фолирус Премиум, 5 л/га, А<sub>5</sub> – Гумат +7, 2 л/га; В – способ применения: В<sub>1</sub> – одна некорневая подкормка при высоте растений 10-15 см, В<sub>2</sub> – две некорневые подкормки: 1-я при высоте – 10-15 см, 2-я – 40-50 см. Расход рабочей жидкости – 300 л/га. Площадь учетной делянки по фактору А – 42 м<sup>2</sup>, по фактору В – 21 м<sup>2</sup>, расположение вариантов – систематическое.

Объект исследования – сорт Скороспелка, раннеспелый, клубневого направления использования (авторы Г.В. Устименко-Бакумовский и З.И. Усанова) [11].

Комплексные удобрения с микроэлементами: Акварин 3 – комплексное безбалластное минеральное удобрение с микроэлементами в хелатной форме, калийная группа Акваринов; Акварин 5 – комплексное, неорганическое водорастворимое удобрение с хелатным комплексом микроэлементов; Фолирус Премиум – универсальное комплексное микро и -макроудобрение, жидкая препаративная форма с микроэлементами в хелатной форме; Гумат +7 – содержит 80-88% гуминовых кислот 7 основных микроэлементов, необходимых для жизнедеятельности растений.

Для исследований использовали хорошо апробированные методики: определение влагообеспеченности и коэффициентов водопотребления – методику М.К. Каюмова, 1985 [2] и З.И. Усановой, 2015 [10], структуры урожая и урожайности – методику З.И. Усановой [10], дисперсионный, корреляционный и регрессивный анализы результатов исследований по Б.А. Доспехову [12].

В опытных посадках топинамбур возделывали по экологически безопасной технологии. Посадку проводили осенью (1-я декада октября) свежевыкопанными клубнями средней фракции по схеме 70×30 см в предварительно нарезанные гребни.

Удобрения в дозах  $N_{64}P_{64}K_{64}$  вносили весной под первую дождевую междурядную обработку. В уходе за посадками применяли 2-3 междурядные обработки культиватором КОН-2,8 ПМ и некорневые подкормки по схеме опыта.

Агрометеорологические условия определяли по МС «Тверь». Они отличались от среднесезонных данных и между годами разным распределением тепла и влаги в течение вегетации растений, что оказало существенное влияние на формирование урожайности. От всходов до уборки урожая в 2021, 2022, 2023 годах сумма температур составила 2223, 2027, 2089°C при норме 1922°C, сумма осадков 317,285, 278 мм при норме 304 мм, ГТК (по селянину) – 1,42; 1,43; 1,33 мм при норме за соответствующие периоды 1,58; 1,62 и 1,67 ед.

### Результаты исследований

Исследованиями выявлено, что влагообеспеченность топинамбура мало различалась по годам (таблица 1). Запасы продуктивной влаги до посадки различались по годам на 8 – 14 мм, сумма осадков – на 32 – 35 мм, а суммарное водопотребление (W) – на 40 – 53 мм, что составило 8,4 – 11,1 %.

Значительные различия наблюдались по урожаю сухой фитомассы и клубней. По сравнению с 2023 г. Урожай сухой фитомассы составил 37,6 %, а в 2022 г. – 50,6 %. Соответственно урожайность клубней в эти годы была равна 38,3 и 87,7 % по сравнению с 2023 г. Снижение продуктивности топинамбура в 2021 г. Объясняется дефицитом влаги в период образования репродуктивных органов (бутонизация). Этот период у топинамбура является критическим по отношению к влаге [7]. В это время выпало 23 % осадков от нормы. Кроме того, отрицательное влияние на урожайность клубней оказала холодная погода в 1 и 2 декадах сентября (на 1,7-0,5°C ниже нормы), когда отмечается их максимальный прирост.

Коэффициенты водопотребления находятся в обратной зависимости от урожайности [2, 10]. Наименьшими они были в 2023 г., меньше чем в 2021 г., в 2,9 – 3,0 раза. Таким образом, в 2023 г. Топинамбур отличался наиболее экономным расходом влаги на формирование высокого урожая.

Таблица 1.

Показатели влагообеспеченности и водопотребления топинамбура в разные годы

Показатели	Единицы измерения	Год			В среднем
		2021	2022	2023	
$W_0$	мм	160	152	146	153
$\sum O_c$	мм	817	285	278	293
W	мм	477	437	424	445
У сухой фитомассы	ц/га	152,6	205,1	405,5	254,4
У клубней	ц/га	324,6	743,0	847,0	638,2
$K_w$ биол.	мм х га /ц	325,0	213,2	113,8	217,3
$K_w$ биол.	мм х га /ц	150,4	59,5	50,9	86,9
$K_u$ ос.	ед.	1,0	1,0	1,0	1,0

Некорневые подкормки комплексными удобрениями в разной мере повышали продуктивность топинамбура (таблица 2). Так, урожай сухой фитомассы, в среднем за 3 года, увеличивался при одной подкормке на 5 – 111 ц/га (на 2,7 – 60,3%), при двух – на 20 – 87 ц/га (8,6 – 26,0%). Наибольшие прибавки урожая сухой фитомассы обеспечили: при одном опрыскивании – Акварин 3, при двух – Гумат+7.

Урожайность клубней в большей мере возросла при одном опрыскивании Фолирус Премиум (на 222 ц/га или 47,1%), при двух – от Гумата+7 (на 279 ц/га или 56,8%).

Двукратная некорневая подкормка, в среднем по удобрениям, увеличивала урожай сухой фитомассы на 36 ц/га (15,2%), а урожайность клубней на 38 ц/га (6,1%), что является достоверным, так как превышает НСР<sub>05</sub> по фактору В (7,17 и 17,7 ц/га).

Некорневые подкормки снижали расход воды как на единицу урожая сухой фитомассы, так и на единицу урожая клубней в результате уменьшения коэффициентов водопотребления.

Наименьшим К<sub>w</sub> биол. Отличались варианты: с одной подкормкой Акварином 3 (173) и с двумя – Гуматом+7 (162 мм х га/ц). При этом расход воды на единицу урожая сухой фитомассы уменьшился в сравнении с контролями 1 и 2 в обоих случаях в 1,6 раза. Более низкими К<sub>w</sub> тов. характеризовались варианты с одним опрыскиванием Акварином 3 и Акварином 5 (80 мм х га / ц), с двумя Гуматом + 7 (70 мм х га / ц). Снижение расхода воды на единицу урожая произошло соответственно в 1,5 и 1,6 раза.

Двукратное опрыскивание сократило К<sub>w</sub> тов. На 5 мм х га / ц, что больше, чем НСР<sub>05</sub>.

Таблица 2.

Влияние некорневых подкормок комплексными удобрениями на коэффициенты водопотребления топинамбура, среднее за 2021 – 2023 гг.

Удобрение (А)	Число подкормок (В)	Урожай сухой фитомассы, ц/га	К <sub>w</sub> биол., мм х га/ц (м <sup>3</sup> /т)	Урожайность клубней, ц/га	К <sub>w</sub> тов., мм х га/ц (м <sup>3</sup> /т)
Контроль, вода	1	184	270	471	117
Акварин 3		295	173	655	80
Акварин 5		284	238	667	80
Фолирус Премиум		189	245	693	89
Гумат +7		229	202	610	88
В среднем по В <sub>1</sub>		236	213	619	88
Контроль, вода	2	232	267	491	111
Акварин 3		283	193	683	80
Акварин 5		252	240	624	89
Фолирус Премиум		277	232	717	79
Гумат +7		319	162	770	70
В среднем по В <sub>2</sub>		372	208	657	83

НСР <sub>05</sub>	17,37	14,41	42,3	6,49
по А	7,17	5,25	17,7	2,71
по В	12,26	10,70	29,9	4,59

**Выводы:**

1. В условиях Центрального Нечерноземья (Верхневолжье) влагообеспеченность топинамбура мало различалась по годам. Суммарное водопотребление (W) за период от всходов до уборки урожая в 2021 – 2023 гг. изменялось на 8,4 – 11,1 %. Значительным колебаниям подвергся урожай сухой фитомассы и клубней. Наименьшими эти показатели были в 2021 г. (36,7 и 38,3 % от урожая 2023 г.), что объясняется дефицитом влаги в период репродуктивного развития растений (июль) и недостатка тепла во время максимального роста клубней (сентябрь).

Минимальные коэффициенты водопотребления отмечались в более урожайном 2023 г.: K<sub>w</sub> биол. – 113,8, K<sub>w</sub> тов. – 50,9 мм х га / ц или м<sup>3</sup>/т.

2. Некорневые подкормки комплексными удобрениями способствовали снижению расхода воды на единицу урожая. В среднем за 3 года, минимальными коэффициентами водопотребления отличались варианты: K<sub>w</sub> биол. – с однократным опрыскиванием Акварином 3 (173) и двукратным – Гуматом+7 (162 мм х га / ц), K<sub>w</sub> тов. – с однократным опрыскиванием Акварином 3 и Акварином 5 (80) и двукратным – Гуматом+7 (70 мм х га / ц).

3. При программировании урожайности топинамбура целесообразно использовать средние коэффициенты водопотребления: K<sub>w</sub> биол. – 210 – 220, K<sub>w</sub> тов. – 87 – 88 мм х га / ц или м<sup>3</sup>/т.

**Список литературы**

1. *Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Жеруков Б.Х. и др.* Растениеводство. – М: НИЦ ИНФРА-М, 2023. – 612 с.
2. *Каюмов М.К.* Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
3. *Усанова З.И.* Теория и практика создания высокопродуктивных посевов полевых культур: монография. – Тверь: Тверская ГСХА, 1999. – 330 с.
4. *Шатилов И.С., Замараев А.Г., Чаповская Г.В.* Эвапотранспирация и транспирация полевых культур на дерново – подзолистой почве // Биологические и агротехнические основы орошаемого земледелия. – М.: Наука, 1983. – С. 30 – 43.
5. *Устименко-Бакумовский Г.В.* Биологические основы культуры топинамбура в Европейской части СССР: Дис... докт. с-х наук: 06.01.09 / Устименко-Бакумовский Григорий Васильевич. – М.: 1972. – 366 с.
6. *Усанова З.И., Байбакова Ю.В.* Формирование высокопродуктивных агроценозов топинамбура: особенности минерального питания, удобрение: монография. – Тверь: АгросфераА Тверской ГСХА, 2009. – 159 с.
7. *Устименко Г.В., Усанова З.И.* Водный режим клубненосных растений (на примере топинамбура) // Доклады ТСХА. Биология, земледелие, растениеводство. Вып.102. – М: 1965. – С. 85 – 90.
8. *Козлов В.В.* Сравнительная оценка технологий возделывания картофеля в условиях Верхневолжья: автореф. дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.01 / В.В. Козлов. – Санкт - Петербург, 2017. – 21 с.

9. Муха В. Д. Основы программирования урожайности сельскохозяйственных культур: учебное пособие / В.Д.Муха, И.С.Кочетов, В.Д.Муха, В.А.Пелипец. – М.: МСХА, 1994. – 252 с.
10. Усанова З.И. Методика выполнения научных исследований по растениеводству / Учебное пособие / З.И.Усанова. – Тверь: Тверская ГСХА, 2015. – 143 с.
11. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 631 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А.Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

## **OPTIMIZATION OF JERUSALEM ARTICHOKE WATER CONSUMPTION BY CARRYING OUT FOLIAR FERTILIZING WITH COMPLEX FERTILIZERS**

**Z.I. Usanova<sup>1</sup>, I.N. Smirnova<sup>1</sup>, M.N. Pavlov<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Tver State Agricultural Academy,

<sup>2</sup>Tver State University, Botanical Garden of Tver State University

*e-mail: rastenievodstvo@mail.ru*

*maxnipav@gmail.com*

The paper discusses the results obtained in a two-factor field experiment in 2021-2023 on sod – podzolic soil of the Central Non-Chernozem region (Tver region). Foliar top dressing was carried out with complex fertilizers (factor A): Aquarin 3, Aquarin 5, Folirus Premium, Humate + 7, control – water, working fluid consumption 300 l/ ha. 2 methods of application (factor B) were studied: one foliar top dressing at a plant height of 10-15 cm and two top dressing at a height of 10-15 cm and 40-50 cm. It has been revealed that foliar top dressing reduces water consumption coefficients and thereby optimizes water consumption by plants. The highest biological coefficients of water consumption were obtained in variants with one spraying with Aquarin 3 (80), Aquarin 5 (80) and with two – Humate +7 (70 mm x ha/ c or m<sup>3</sup>/t).

**Keywords:** *Jerusalem artichoke, variety, Early ripening, moisture availability, water consumption, productivity, foliar top dressing with complex fertilizers.*

\*\*\*