

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-1-62-69>  
УДК: 635.54:631.82

О.М. Вьютнова\*, И.В. Смирнова,  
И.А. Новикова, К.С. Максимова

Ростовская овощная опытная станция  
по цикорию – филиал ФГБНУ ФНЦО  
152130, Россия, Ярославская область,  
Ростовский район, с. Деревни

\*Автор для переписки: rossc2010@yandex.ru

**Вклад авторов:** И.В. Смирнова: концептуализация, методология, написание-рецензирование и редактирование рукописи. О.М. Вьютнова: концептуализация, методология, создание черновика рукописи. И.А. Новикова: проведение исследования и формальный анализ. К.С. Максимова: проведение исследования, формальный анализ.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Вьютнова О.М., Смирнова И.В., Новикова И.А., Максимова К.С. Система минерального питания для культуры цикория корневого. *Овощи России*. 2025;(1):62-69.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-1-62-69>

**Поступила в редакцию:** 08.09.2024

**Принята к печати:** 22.11.2024

**Опубликована:** 28.12.2024

Olga M. Vyutnova\*, Irina V. Smirnova,  
Irina A. Novikova, Ksenia S. Maksimova

Rostov Vegetable experimental station on chicory – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center (FSBSI FSVC)  
Derevni v., Rostov district,  
Yaroslavl region, 152130, Russia

\*Correspondence Author: rossc2010@yandex.ru

**Authors' Contribution:** I.V. Smirnova: conceptualization, methodology, writing-reviewing and editing the manuscript. O.M. Vyutnova: conceptualization, methodology, creating a draft manuscript. I.A. Novikova: conducting the study and formal analysis. K.S. Maksimova: conducting the study, formal analysis.

**Conflict of interest:** The authors declare that there are no conflict of interest.

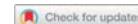
**For citations:** Vyutnova O.M., Smirnova I.V., Novikova I.A., Maksimova K.S. Mineral nutrition system for chicory root culture. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(1):62-69. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-1-62-69>

**Received:** 08.09.2024

**Accepted for publication:** 22.11.2024

**Published:** 28.12.2024

# Система минерального питания для культуры цикория корневого





## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Цикорий корневой (*Cichorium intybus*) весьма ценная техническая, овощная и лекарственная культура. Разработка и совершенствование научно обоснованной системы удобрений – один из самых важных вопросов в сельскохозяйственном производстве, так как он определяет не только уровень урожайности культур, но и направление изменения, повышения и сохранения плодородия почв в целом.

**Материал и методика исследований.** Цель исследований – выявить наиболее эффективные дозы минеральных удобрений и способов их внесения (основное и подкормка) для обеспечения максимальных урожаев корнеплодов цикория корневого. Исследования проводили в 2021-2022 годах на поле Ростовской ОСЦ – филиала ФГБНУ ФНЦО. Для посева использовали семена цикория корневого сорта Петровский. Минеральные удобрения вносили в виде азофоски и сульфата калия.

**Результаты.** В результате исследований установлено, что на дерново-подзолистых почвах применение минеральных удобрений оказалось положительный эффект на урожайность корнеплодов цикория. При этом, чем больше развита листовая розетка растений, тем выше урожайность корнеплодов цикория корневого. Так, растения в контроле (вариант без внесения удобрений) характеризовались наименьшей площадью листовой поверхности – 3141,6 см<sup>2</sup>, а на самом урожайном варианте – с основным внесением N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>+N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – подкормка – отмечено максимальное значение этого показателя – 9709,04 см<sup>2</sup>.

**Заключение.** В почвенно-климатических условиях Нечерноземной зоны РФ наибольший эффект от применения минеральных удобрений на цикории корневом наблюдается при системе минерального питания, включающей в себя основное внесение в дозе N60P60K60 и подкормку в дозе N60P60K60, где урожайность составила – 23,9 т/га, прибавка урожая – 9,6 т/га при НСР<sub>05</sub> – 0,5 т/га, или 67,1% по отношению к контролю (вариант без применения удобрений).

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

цикорий корневой, система минерального питания, минеральные удобрения, урожайность, фотосинтетический потенциал.

# Mineral nutrition system for chicory root culture

## ABSTRACT

**Relevance.** Chicory root (*Cichorium intybus*) is a very valuable technical, vegetable and medicinal crop. The development and improvement of a scientifically based fertilizer system is one of the most important issues in agricultural production, since it determines not only the level of crop yield, but also the direction of changing, increasing and preserving soil fertility in general.

**Material and Methods.** The aim of the research was to identify the most effective doses of mineral fertilizers and methods of their application (basic and top dressing) to ensure maximum yields of root chicory root crops. The research was carried out in 2021-2022 in the field of the Rostov Vegetable experimental station on chicory – Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center. Chicory seeds of the Petrovsky root variety were used for sowing. Mineral fertilizers were applied in the form of azophosphate and potassium sulfate.

**Results.** On sod-podzolic soils, the use of mineral fertilizers had a positive effect on the yield of chicory root crops. The more developed the leaf rosette of plants, the higher the yield of root chicory.

**Conclusion.** In the soil and climatic conditions of the Non-Chernozem zone of the Russian Federation, the greatest effect from the use of mineral fertilizers on root chicory is observed with a mineral nutrition system that includes the main application at a dose of N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> and top dressing at a dose of N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.

## KEYWORDS:

chicory root, mineral nutrition system, mineral fertilizers, yield, photosynthetic potential

## Введение

**Ц**икорий корневой (*Cichorium intybus*) – ценная техническая, овощная и лекарственная культура. Особая ценность этого растения обусловлена высоким содержанием в корнеплодах углевода инулина и гликозида интибина, благотворно влияющих на организм при лечении диабета, заболеваний сердечно-сосудистой системы, внутренних и кроветворных органов [1].

В настоящее время цикорий выращивают во многих странах Европы: Польше, Франции, Голландии и др. В России начало промышленного цикорного производства относится к 1800 году. В начале 20 века хозяйства цикорного треста получали высокие доходы, а урожайность корнеплодов достигала 35 т/га и больше [2]. В последние годы из-за ряда объективных причин имеет место значительное сокращение посевных площадей под цикорием и снижение урожайности корнеплодов, хотя спрос на него на мировом рынке не уменьшается [3].

Сложившееся в сельскохозяйственном производстве положение требует разработки новой концепции поддержания плодородия дерново-подзолистых почв, которая гарантировала бы получение достаточного количества дешевой сельскохозяйственной продукции высокого качества [4]. Для обеспечения рентабельного производства сельскохозяйственного сырья следует исключить риски, связанные с неблагоприятными погодными условиями, а также последствиями интенсификации земледелия. Эффективным мероприятием является оптимизация минерального питания растений на всем протяжении вегетации культуры. Правильное внесение удобрений дает возможность не только получать максимальные урожаи, но и улучшать качество продукции [5].

Эффективность удобрений зависит от потребности растений в питательных веществах и способности почвы удовлетворить эту потребность. Следовательно, плодородие почвы должно быть динамичным, и его изменения должны наилучшим образом соответствовать потребности возделываемых растений в соответственные периоды развития их органов, определяющих урожай [6].

Важный элемент технологии для реализации полного потенциала урожайности каждого сорта и гибрида – система минерального питания. Разработка и совершенствование научно обоснованной системы удобрений – один из самых важных вопросов в сельскохозяйственном производстве, так как он определяет не только уровень урожайности культур, но и направление изменения, повышения и сохранения плодородия почв.

Внесение удобрений увеличивает содержание в почве доступных растениям элементов минерального питания. Тем самым изменяется химический состав почвы, её физические и другие свойства. Улучшение минерального питания оказывает благоприятное влияние на фотосинтез, улучшает рост растений [7].

Эффективность удобрений под сельскохозяйственные культуры в значительной степени зависит от сроков и способов их внесения, а также равномерности распределения по площади полей и профилю пахотного слоя.

При выборе сроков и способов внесения минеральных удобрений надо стараться обеспечить растения оптимальным питанием в течение всего периода их роста и развития, чтобы они дали максимальный урожай хорошего качества.

Минеральные удобрения необходимо располагать в почве так, чтобы они находились во влажном слое почвы в зоне активной деятельности корневой системы растений (15-25 см), так как при мелкой заделке удобрений и при поверхностном внесении без заделки (0-5 см) без вымывания этих удобрений атмосферными осадками или поливом они будут находиться в верхнем иссушенном слое почвы над корневой системой растений и не дадут ожидаемого эффекта [8].

Основное или допосевное удобрение предназначено для удовлетворения потребности растений в питательных элементах после всходов до конца вегетации. Для большинства культур в условиях достаточного увлажнения или орошающего земледелия на долю основного удобрения приходится 60-90% от общей дозы, в условиях недостаточного увлажнения — 90-100% [9]. Основное (допосевное) удобрение заделывается плугом при вспашке зяби. До посева любой культуры и в процессе вегетации растения должны обеспечиваться в каждый период определенным количеством питательных веществ. Это достигается за счет мобилизации естественного плодородия почвы, или внесением удобрений.

Важное значение имеет правильное соотношение питательных элементов, нарушение которого затрудняет использование элементов растением. Так, недостаток фосфора вызывает избыточное накопление в растениях нитратного азота. Совместное внесение фосфорных и азотных удобрений нормализует содержание нитратного азота в растениях. Оптимальное соотношение питательных элементов влияет на их поступление в растение, на направленность процессов синтеза органических соединений, на рост и формирование урожая и качества продукции.

Ю. Либих отмечал, что удобрения действуют наиболее благоприятно в том случае, если при их посредстве в почве устанавливается правильное соотношение питательных веществ. На это указывал и Д.Н. Прянишников, который отметил, что действие фосфорнокислых удобрений находится в зависимости от обеспеченности растений другими элементами, и в первую очередь азотом [10].

Сроки внесения основного удобрения и способ заделки определяются климатическими условиями зоны, свойствами почвы и удобрений, биологическими особенностями культур. Так, в лесостепи европейской части России, где лучшие условия увлажнения, в основном внесении используется 60-70% от общей дозы удобрений, остальная часть вносится в рядки при посеве и в подкормку. Под пропашные культуры в этой зоне глубокая осенняя запашка удобрений имеет преимущество перед весенней заделкой при культивации зяби [11].

Послепосевное удобрение, или подкормка, используется для получения высокого урожая и улучшения его качества. Прием позволяет усилить питание растений в определенные периоды развития, дополняет или улучшает действие основного удобрения. Сочетание этих

приемов позволяет обеспечить оптимальное питание растений в процессе вегетации. На долю подкормки приходится 20-30% от общей дозы.

Многие культуры по своим биологическим особенностям не переносят повышенную концентрацию солей, прежде всего в начале вегетации. Поэтому внесение повышенных доз минеральных удобрений до посева может отрицательно сказываться на начальное развитие, а в последующие периоды требуется повышенное количество питательных веществ. Поэтому подкормки позволяют регулировать питание растений по фазам роста.

Послепосевное удобрение применяют в дополнение к основному с целью улучшения питания растений в период максимального потребления элементов питания растениями и улучшения качества продукции, а также в случае, если удобрения внесены в основной прием в недостаточном количестве.

Эффективность удобрений в значительной степени определяется биологическими особенностями питания сельскохозяйственных культур, почвенными, климатическими, агротехническими и организационно-хозяйственными условиями, особенностями питания отдельных культур [12].

Цикорий корневой при урожае в 400 ц/га корнеплодов и 200 ц/га зеленой массы листьев выносит из почвы азота – 170, фосфора – 52, калия – 186 и кальция – 86 кг/га действующих веществ [13].

Оптимальная концентрация макроудобрений для повышения урожайности и качества цикория корневого установлена в Нечерноземной зоне Российской Федерации в результате исследований, проведенных в 2019-2021 годах. Максимальное повышение урожайности цикория корневого зафиксировано при внесении высоких доз азотных удобрений совместно с фосфорно-калийными ( $N_{150}P_{120}K_{120}$ ). Внесение азота с 90 до 180 кг/га не превышало ПДК по нитратам. Авторами отмечено повышение содержания инулина в корнеплодах при увеличении дозы азотных удобрений [14].

В результате исследований, проведенных авторами ранее, установлено, что на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах Нечерноземной зоны РФ экономически целесообразно при возделывании цикория корневого применять технологию с использованием в качестве предшественника овсяно-гороховой смеси в сочетании с внесением в почву минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{120}$  и обработкой вегетирующих растений бором и гуматом. При применении данной технологии увеличивается фотосинтетический потенциал посевов и урожайность корнеплодов, снижается себестоимость продукции, рентабельность превышает 104% [15].

Отзывчивость цикория на отдельные вещества в продолжение вегетационного периода резко меняется. В первый период своего развития цикорий резко положительно отзывается на фосфор. В дальнейшем эффективность фосфора в продолжение двух месяцев остается стабильным и к концу вегетации начинается затухание. Эффективность калия, напротив, в первые месяцы мала, а к концу вегетации, в противоположность действию фосфора, даёт резкий подъем. Эффективность азота в про-

должение вегетации занимает среднее положение между эффективностью фосфора и калия [14,16].

Таким образом, рациональная система удобрения сельскохозяйственных культур разрабатывается на основе их биологических особенностей питания в течение всего вегетационного периода. Она должна своевременно обеспечивать растения элементами питания в необходимых количествах и соотношениях, в конкретные периоды роста и развития, когда они им особенно необходимы. Исследования по влиянию удобрений на урожайность и качество цикория проводили с учётом выноса питательных веществ.

### Цель исследований

Цель исследований – выявить наиболее эффективные дозы минеральных удобрений и способов их внесения (основное и подкормка) для обеспечения максимальных урожаев корнеплодов цикория корневого.

### Условия и методика проведения исследований

Исследования проводили в 2021-2022 годах на поле Ростовской ОСЦ – филиала ФГБНУ ФНЦО, расположенным в центральной части Нечерноземной зоны РФ в Ростовском районе Ярославской области близ деревни Маргасово, с координатами 57°02' с.ш. и 39°15' в.д.

Почвы участка дерново-подзолистые, среднесуглинистого механического состава, характеризуются низким уровнем грунтовых вод. Пахотный слой имеет высокую степень насыщенности основаниями и характеризуется небольшой гидролитической кислотностью. Почва с гумусовым слоем глубиной 25-30 см. Содержание органического вещества в пахотном слое среднее – 1,8%, общего азота – 0,2%. Содержание обменного калия по всему профилю остаётся высоким (по Масловой) – 17-20 мг на 100 г почвы. Почва опытного участка хорошо обеспечена подвижным фосфором (по Чирикову) – 20-25 мг на 100 г почвы.

Данные о физико-химических и гидрофизических свойствах почв представлены в таблицах 1-3. Данные метеорологических условий вегетационного периода 2021-2022 годов представлены на рисунках 1 и 2.

**Таблица 1. Физико-химические свойства и агрохимические показатели пахотного слоя почвы поля Ростовской ОСЦ**

**Table 1. Physico-chemical properties and agrochemical indicators the arable soil layer of the field of the Rostov OSC**

№	Показатель	Значение
1	Гумусовый слой	25-30 см
2	Содержание общего азота	0,2%
3	Содержание обменного калия (по Масловой)	190 мг/кг
4	Содержание подвижного фосфора (по Чирикову)	241 мг/кг
5	pH соляной вытяжки	6,9 ед.pH

Таблица 2. Физико-химические свойства дерново-подзолистой почвы  
 Table 2. Physicochemical properties of turf-podzolic soil

Горизонт	Глубина, см	Песок, 0,05-2,0 мм	Пыль, 0,002-0,05 мм	Глина, <0,002, мм	Органическое вещество, %	pH	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
A1A2	0-20	13	75	12	2,7	6,0	1200
A2	20-40	11	78	11	1,5	5,5	1400
A2B	40-60	10	74	16	0,9	5,0	1600
B1	60-100	35	37	28	0,6	5,0	1600
C	100-150	49	34	17	0,0	5,6	1600

 Таблица 3. Гидрофизические свойства дерново-подзолистой почвы  
 Table 3. Hydrophysical properties of turf-podzolic soil

Горизонт	Глубина, см	$\theta_r$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$\theta_s$ , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	K, см/сут.	$\alpha$ , см <sup>-1</sup>	$\lambda$	n
A1A2	0-20	0,0008	0,4754	1,03	0,1222	-0,255	1,1338
A2	20-40	0,0008	0,4128	0,99	0,0286	-0,136	1,2033
A2B	40-60	0,0001	0,3600	6,83	0,0080	-0,230	1,2900
B1	60-100	0,0001	0,4300	1,04	0,0096	-0,750	1,2600
C	100-150	0,0001	0,4271	1,00	0,0180	-0,070	1,2601

$\theta_r$  – остаточная влажность;

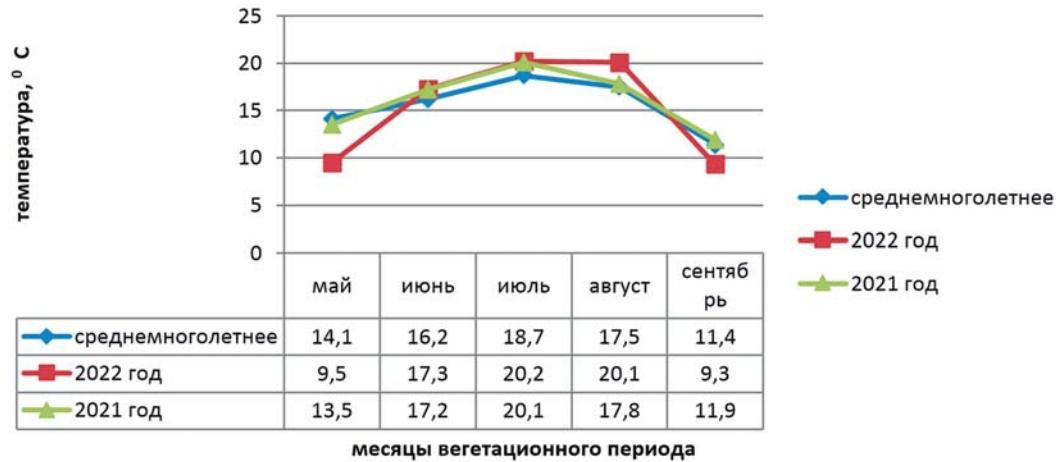
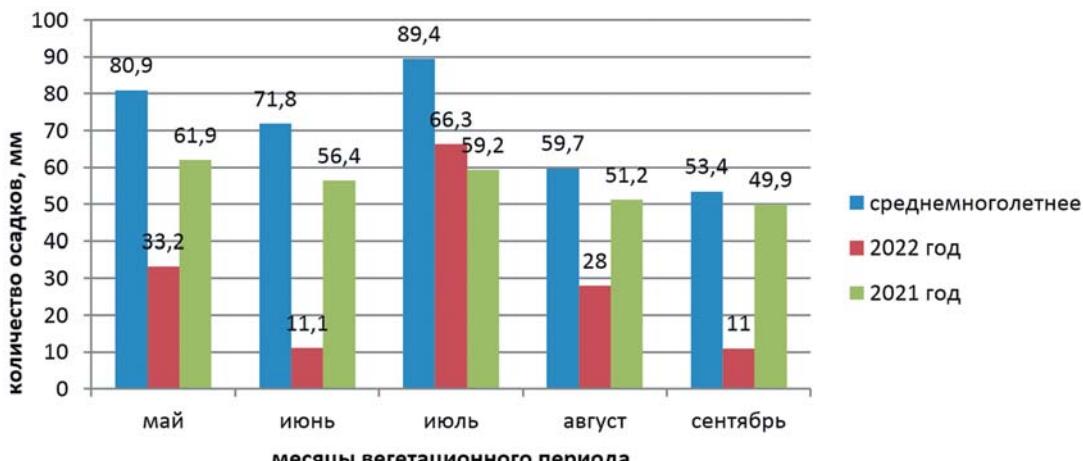
$\theta_s$  – объемная влажность полного насыщения;

K – коэффициент гидравлической проводимости;

$\alpha$  – величина, обратная давлению входа воздуха (параметр уравнения Ван-Генухтена);

$\lambda$  – параметр уравнения Ван-Генухтена, отражающий связность пор;

n – параметр уравнения Ван-Генухтена, отражающий распределение по размерам.


 Рис. 1. Среднемесячная температура воздуха, 0 С  
 Fig. 1. Average monthly air temperature, C

 Рис. 2. Количество атмосферных осадков, мм  
 Fig. 2. Amount of precipitation, mm

Метеорологические условия вегетационного периода 2021 года складывались благоприятно для роста и развития цикория корневого. Температура воздуха на протяжении всего периода вегетации была близка к среднемноголетним значениям, превосходя их на 1–1,5°C. Весна была тёплой и влажной, что благоприятно отразилось на процессах всходов культуры и отрастании семенных хуков. Всходы были ранними и дружными.

Погода в течение лета благоприятствовала росту растений и процессу образования корнеплодов. Тёплая и сухая погода осенью способствовала формированию крупных корнеплодов и препятствовала поражению их корневыми гнилями.

Вегетационный период 2022 года характеризовался низкими температурами воздуха в мае и сентябре и высокими её значениями в летние месяцы с резким недостатком атмосферных осадков в течение всего периода (так, в июне и сентябре их выпало лишь по 11 мм при среднемноголетних показателях 71 мм и 63 мм соответственно). Это негативным образом отразилось на росте и развитии культуры цикория корневого. Высокие температуры воздуха и недостаточное количество атмосферных осадков не дало возможности сформироваться крупным корнеплодам, из-за чего урожайность их оказалась низкой, листовая розетка была более компактной, чем обычно, а форма корнеплода у всех сортов – более вытянутой. Уборку корнеплодов провели лишь в начале октября.

Размеры и схемы размещения делянок отвечали требованиям Методики опытного дела, Методики опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве [17-18]. Размер опытной делянки составил 33,6 м<sup>2</sup> в 4-х кратной повторности. Форма делянки – прямоугольная. Для посева использовали семена цикория корневого сорта Петровский.

Минеральные удобрения вносили в виде азофоски и сульфата калия.

Предшественник – чистый пар. Подготовка почвы включала: весновспашку на глубину 25-30 см, боронование, внесение минеральных удобрений вручную в виде азофоски и сульфата калия, культивацию, нарезку гребней.

Посев осуществляли в 2021 году 13 мая, в 2022 году – 14 мая вручную на гребнях с междуурядьями 70 см. В течение вегетации проводили 2 ручные прополки с про-

реживанием, оставляя по 10-12 растений на погонном метре. Убирали растения вручную поделяночно, взвешивая корнеплоды и измеряя надземную часть, в 2021 году – 5 октября, в 2022 году – 7 октября.

Вегетационный период в 2021 году составил 143 дня, в 2022 году – 145 дней.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову.

### Результаты исследования и их обсуждение

В 2021-2022 годах во время уборки цикория корневого были проведены измерения надземной части растений цикория во всех вариантах опыта (табл. 4).

Среднее количество листьев находилось в диапазоне от 17 шт. на растение в варианте N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – подкормка до 30 шт. на растениях в варианта с основным внесением удобрений без подкормки.

Показатель «длина листовой пластинки» в изучаемых вариантах также имел большую изменчивость. Самую короткую листовую пластинку имели контроль и вариант с применением N<sub>30</sub> в подкормку (33 см). В условиях 2021-2022 годов самая длинная листовая пластина – 59 см зафиксирована в варианте N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – основное внесение + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – подкормка.

Узкими листьями характеризовался контроль (5 см), а самыми широкими – вариант N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> – основное внесение + N<sub>30</sub> – подкормка (12 см).

Площадь листовой поверхности является важным показателем, характеризующим фотосинтетический потенциал растений. Она зависит от всех трёх вышеуказанных показателей. Самой большой площадью листовой поверхности обладали растения в варианте N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – основное внесение + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> – подкормка, где этот показатель составил 9709,04 см<sup>2</sup>/раст.

Низкие значения по этому признаку имел контроль (вариант без применения минеральных удобрений) – 3141,6 см<sup>2</sup>/раст., растения на котором имели самую узкую и короткую листовую пластинку.

Самые высокие и самые низкие показатели фотосинтетического потенциала отмечены в тех же вариантах, что и по площади листовой поверхности (9,0 млн м<sup>2</sup> дней/га и 27,9 млн м<sup>2</sup> дней/га).

Таблица 4. Характеристика листового аппарата цикория корневого в среднем за 2021-2022 годы  
Table 4. Characteristics of the leaf apparatus of root chicory on average for 2021-2022

Варианты опыта	Длина листа, см	Ширина листа, см	Количество листьев, шт./раст.	Площадь листовой поверхности, см <sup>2</sup> /раст.	Фотосинтетический потенциал млн м <sup>2</sup> дней/га
Контроль без удобрений	33	5	28	3141,6	9,0
N <sub>30</sub> подкормка	33	8	29	5206,1	14,99
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	50	7	17	4046	11,65
N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> основное внесение + N <sub>30</sub> подкормка	50	12	22	8976	25,9
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> основное внесение + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	53	10	20	7208	18,7
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> основное внесение + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	49	10	28	9329,6	26,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> основное внесение + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> подкормка	59	11	22	9709,04	27,9
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> основное внесение	48	9	30	8812,8	25,38

Таблица 5. Влияние основного и дробного внесения минерального питания на урожайность цикория корневого, 2021 год  
Table 5. The influence of the main and fractional application of mineral nutrition on the yield of chicory root, 2021

Варианты опыта	Повторения				Сумма	Средняя урожайность, ц/га	Отклонение от контроля, ц/га	% к контролю
	1	2	3	4				
Контроль без удобрений	144,0	127,6	160,8	152,4	584,8	146,2	-	100
N <sub>30</sub> подкормка	205,4	236,5	220,9	213,2	876,0	219,0	72,8	143,8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	157,5	196,5	177,0	167,3	698,3	174,6	28,4	119,4
N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> основное внесение + N <sub>30</sub> подкормка	252,0	246,7	249,3	250,7	998,7	249,7	103,5	170,1
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> основное внесение + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	189,0	235,6	212,3	200,7	837,6	209,4	63,2	143,2
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> основное внесение + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	196,6	225,3	230,9	213,8	866,6	216,7	70,5	148,2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> основное внесение + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> подкормка	229,9	230,7	232,3	230,8	923,1	230,8	84,6	157,9
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> основное внесение	214,2	217,2	225,7	229,8	886,9	221,7	75,5	151,6
HCP <sub>0,5</sub> =16, 68	Ошибка опыта 2,7%							

Таблица 6. Влияние основного и дробного внесения минерального питания на урожайность цикория корневого, 2022 год  
Table 6. The influence of the main and fractional application of mineral nutrition on the yield of chicory root, 2022

Варианты опыта	Повторения				Сумма	Средняя урожайность, ц/га	Отклонение от контроля, ц/га	% к контролю
	1	2	3	4				
Контроль без удобрений	127,1	130,7	146,4	155,0	559,2	139,8	-	100
N <sub>30</sub> подкормка	151,4	130,7	169,3	145,7	597,1	149,3	41,2	128,8
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	155,0	175,7	143,6	163,6	637,9	159,5	24,1	116,9
N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> основное внесение + N <sub>30</sub> подкормка	212,1	205,7	210,0	195,0	822,8	205,7	83,2	158,2
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> основное внесение + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	230,7	195,7	222,9	205,0	854,3	213,6	68,5	147,9
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> основное внесение + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	179,3	220,7	209,3	227,1	836,4	209,1	69,9	148,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> основное внесение + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> подкормка	259,3	236,4	254,3	243,6	993,6	248,4	96,6	167,6
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> основное внесение	227,1	200,7	195,0	192,1	814,9	203,7	69,7	148,7
HCP <sub>0,5</sub> =50,25	Ошибка опыта 8,9%							

По данным некоторых исследований на яровой пшенице, при внесении повышенных доз азотного удобрения на фоне фосфорно-калийных удобрений отмечается наибольшая площадь ассимиляционной поверхности листового аппарата и увеличение продолжительности активной деятельности верхних листьев, что повышает интенсивность фотосинтеза [19].

Исследования на картофеле показали, что самая высокая интенсивность фотосинтеза отмечалась при внесении сочетаний удобрений N<sub>60</sub>P<sub>120</sub>K<sub>60</sub> и N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>K<sub>60</sub>. Внесение фосфора и калия по 60 кг/га незначительно повышало интенсивность фотосинтеза, а внесение азота и фосфора в таком же сочетании увеличивало её на 0,94–1,56 мг/дм<sup>2</sup>/час по сравнению с неудобренным вариантом [20,21]. Та же закономерность прослеживается и на цикории корневом.

В таблицах 5 и 6 представлены результаты влияния основного и дробного внесения минеральных удобрений на урожайность корнеплодов цикория в 2021-2022 годах по повторениям, в таблице 7 – в среднем за 2021-2022 годы.

Условия погоды в критические периоды роста и развития культур остаются важнейшим фактором эффек-

Таблица 7. Влияние основного и дробного внесения минерального питания на урожайность цикория корневого за 2021-2022 годы, в среднем

Table 7. The influence of the main and fractional application of mineral nutrition on the yield of chicory root for 2021-2022, on average

Варианты опыта	Средняя урожайность за 2021-2022 годы		
	т/га	отклонение от контроля	
		т/га	%
Контроль без удобрений	14,3	-	100,0
N <sub>30</sub> подкормка	18,4	4,1	28,7
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	16,7	2,4	16,8
N <sub>90</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> основное внесение + N <sub>30</sub> подкормка	22,6	8,3	58,0
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> основное внесение + N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	21,2	6,9	48,3
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> основное внесение + N <sub>60</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> подкормка	21,3	7,0	48,9
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> основное внесение + N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> подкормка	23,9	9,6	67,1
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> основное внесение	21,3	7,0	48,9
HCP <sub>0,5</sub> – 0,5 т/га			

тивности удобрений. Известно, что при недостатке или избытке тепла снижается поступление элементов питания из почвы в растения, а вместе с ними падает эффективность удобрений. Наиболее сильное отрицательное влияние оказывают низкие температуры на азотное и фосфорное питание в начале роста с.-х. культур. Количество и равномерность распределения атмосферных осадков играет определяющую роль в эффективном использовании культурами питательных веществ [22-23]. По данным белорусских ученых, эффективность удобрений в засушливые годы может снижаться на 35%, а во влажные увеличиваться на 50% по сравнению с действием в нормальные по увлажнению

годах. Самым низким этот показатель был на варианте с подкормками в дозах  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 4,1 т/га или 28,7% по отношению к контролю, где урожайность находилась на уровне 14,3 т/га. Самая высокая урожайность получена на варианте  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – основное внесение,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – подкормка – 23,9 т/га, прибавка урожая составила 9,6 т/га при  $HCP_{05}$  – 0,5 т/га.

Следует отметить закономерность, проявившуюся в опыте: чем выше показатели площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала, чем мощнее листовая розетка, тем выше урожайность корнеплодов цикория.



**Рис. 3. Корнеплоды цикория, вариант  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – основное внесение,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – подкормка**  
**Fig. 3. Chicory root, option  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – main application,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – top dressing**

нию годы. Эффективность азотных удобрений больше всего зависит от количества выпадающих осадков.

По данным Синягина И.И., в Нечерноземной зоне условия погоды в критические периоды роста и развития растений остаются важнейшим фактором применения удобрений. Так, по данным опытов, проводимых в МСХА им. К.А. Тимирязева, в засушливые годы эффективность NPK снижалась в среднем на 36%, а во влажные годы возрастала на 52% по сравнению с действием удобрений в нормальные по увлажнению годы [23]. Установлено, что в благоприятные по увлажнению годы дозу азотных удобрений под яровые зерновые культуры можно увеличить до 120 кг/га, в то время как в средние по увлажнению годы она может составлять 30-90 кг/га. В умеренно влажные годы прибавка урожайности яровой пшеницы от применения  $N_{60}$  в Нечерноземной и лесостепной зонах была на 3-3,5 ц/га больше, чем в избыточно влажные [24-25].

В опытах с цикорием в 2021 году при нормальном увлажнении эффективность применения удобрений была выше, чем в 2022 году в условиях дефицита влаги.

Применение минеральных удобрений оказалось положительный эффект на урожайность корнеплодов цикория.

### Заключение

Таким образом, по результатам проведенных в 2021-2022 годах исследований, можно сделать следующие выводы:

1. В почвенно-климатических условиях Нечерноземной зоны РФ на дерново-подзолистых почвах применение минеральных удобрений оказало положительный эффект на урожайность корнеплодов цикория – на всех вариантах опыта получена прибавка урожая. Наименьшая – 2,4 т/га в варианте  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (урожайность – 16,7 т/га). Наибольший эффект от применения минеральных удобрений наблюдался при системе минерального питания, включающей в себя основное внесение  $N_{60}P_{60}K_{60}$  +  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – подкормка (урожайность – 23,9 т/га), где получена самая большая прибавка урожая корнеплодов – 9,6 т/га при  $HCP_{05}$  – 0,5 т/га, или 67,1% по отношению к контролю (вариант без применения удобрений).

2. Чем более развита листовая розетка растений, тем выше урожайность корнеплодов цикория корневого. Так, на контроле площадь листовой поверхности была наименьшая, и составляла 3141,6 см<sup>2</sup>, а на самом урожайном – основное внесение  $N_{60}P_{60}K_{60}$  +  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – подкормка-показала максимальное значение – 9709,04 см<sup>2</sup>.

### • Литература

1. Madrigal L., Sangronis E. Inulinandits derivatives as key ingredients in functional foods. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. 2007;57(4):387-96.
2. Вьютнова О.М. История и распространение культуры цикория. *Овощи России*. 2016;(1):52-53. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-52-53> <https://www.elibrary.ru/vmjwwx>
3. Bais L.P., Ravishankar G.A. Overview of *Cichorium intybus* L. – cultivation, processing, utility, value added and biotechnology, with an emphasis on the current state and prospects for the future. *Journal of Food and Agriculture Science*. 2001;(81):467-484.
4. Иванова С.С. Влияние предшественников и удобрений на урожайность и качество цикория корневого. *Земледелие*. 2010;(1):37-38. <https://www.elibrary.ru/kzeagi>
5. Невзоров М.А. Роль различных доз и способов внесения минеральных удобрений на урожайность и качество кукурузы на силос. *Наука и образование*. 2020;3(4):299. <https://www.elibrary.ru/ifztrh>
6. Минеев В.Г., Сычев В.Г., Газиков Г.П. и др. Агрохимия. М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с. <https://www.elibrary.ru/jnigh>
7. Евтеев Ю.В., Казанцев Г.М. Основы агрономии. М.: ФОРУМ. 2013. 368 с.
8. Степуро М.Ф. Системы рационального применения минеральных и органических удобрений при орошении под овощные культуры на дерново-подзолистых почвах Беларусь. *Овощеводство*. 2008;(15):71-82.
9. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. М. Колос.2002. 584 с.
10. Борисов В.А. Система удобрения овощных культур (научная монография). М. ФГБНУ «Росинформагротех». 2016. С. 81-87.
11. Степуро М.Ф. Удобрение и орошение овощных культур. Минск. Рэйплац. 2008. 142 с.
12. Лапа В.В. Система применения удобрений. Гродно. 2011. С.122-127.
13. Вильчик В.А. Цикорий. Верхне-Волжское книжное издательство. Ярославль.1982. 19 с.
14. Вьютнова О.М., Смирнова И.В., Новикова И.А., Максимова К.С. Агрохимические методы повышения урожайности цикория корневого. *Овощи России*. 2023;(1):90-94. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-90-94> <https://www.elibrary.ru/pokkhw>
15. Вьютнова О.М., Смирнова И.В., Новикова И.А., Максимова К.С. Влияние предшественников, минеральных удобрений и гумата на засоренность посевов сорными растениями и урожайность корнеплодов цикория корневого. *Овощи России*. 2022;(6):118-124. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-118-124> <https://www.elibrary.ru/gsvlcq>
16. Авдонин Н.С. Цикорий. М., Издание Всесоюзного НИИ сырья спиртовой промышленности. 1935. С. 223-227.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва, Агропромиздат. 1985. С. 362-366.
18. Белик В.Ф. Методика полевого опыта в овощеводстве и Бахчеводстве. Москва. Агропромиздат.1992. 319 с.
19. Лавринова Т.С. Влияние возрастающих доз азотных удобрений и применение химических средств защиты растений на урожайность яровой пшеницы в условиях северо-восточной части ЦЧЗ. *Зерновое хозяйство России*. 2013;(2):38-43. <https://elibrary.ru/qbpetj>
20. Куаналиева М.К., Браун Э.Э. Удобрения и качество клубней картофеля. *Молодой учёный*. 2015;6-3(86):36-38. <https://www.elibrary.ru/zrjhlf>
21. Абитова Б.К. Продуктивность картофеля при использовании птичьего помета и минеральных удобрений на темно-каштановых почвах западного Казахстана. Саратов. 2013.
22. Проберж Э.С. Влияние погодных факторов на эффективность удобрений в почвозащитном севообороте. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2004;4(4):20-21. <https://elibrary.ru/mwdwtb>
23. Багринцева В.Н., Иващенко И.Н. Влияние погодных условий в ставропольском крае на эффективность доз азотного удобрения на кукурузе. *Агрохимия*. 2020;(2):77-83. <https://doi.org/10.31857/S0002188120020039> <https://elibrary.ru/klssov>
24. Гамзиков Г.П. Вклад академика И.И. Синягина в развитие агрохимической науки. К 105-летию со дня рождения (1911-1978). *Агрохимия*. 2016;(11):78-88. <https://elibrary.ru/wybild>
25. Семенова Е.А., Афанасьев Р.А. Эффективность применения удобрений под яровую пшеницу в условиях Уральского региона. *Плодородие*. 2018;6(105):2-4. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2018.105.01> <https://www.elibrary.ru/ypooix>

### • References

1. Madrigal L., Sangronis E. Inulinandits derivatives as key ingredients in functional foods. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. 2007;57(4):387-396.
2. Vyutnova O.M. History and spread of chicory crop. *Vegetable crops of Russia*. 2016;(1):52-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-1-52-53> <https://www.elibrary.ru/vmjwwx>
3. Bais L.P., Ravishankar G.A. Overview of *Cichorium intybus* L. – cultivation, processing, utility, value added and biotechnology, with an emphasis on the current state and prospects for the future. *Journal of Food and Agriculture Science*. 2001;(81):467-484.
4. Ivanova S.S. Influence of predecessor and fertilizers on yield and quality of coffee chicory. *Zemledelie*. 2010;(1):37-38. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/kzeagi>
5. Nevzorov M.A., Nevzorov A.I. The role of different doses and methods of application of mineral fertilizers on yield and quality of maize on silos. *Science and Education*. 2020;3(4):299. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/ifztrh>
6. Mineev V.G., Sychev V.G., Gazikov G.P., etc. Agrochemistry. M.: Publishing house of the D.N. Pryanishnikov VNIIA.2017. 854 p. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/jnigh>
7. Evteev Yu.V., Kazantsev G.M. Fundamentals of agronomy. M.: FORUM. 2013. 368.
8. Stepuro M.F. Systems of rational use of mineral and organic fertilizers for irrigation for vegetable crops on sod-podzolic soils of Belarus. *Vegetable growing*. 2008;(15):71-82. (In Russ.)
9. Yagodin B.A., Zhukov Yu.P., Kobzarenko V.I. Agrochemistry. M. Kolos.2002. 584 p. (In Russ.)
10. Borisov V.A. The system of fertilization of vegetable crops (scientific monograph). M. FSBI "Rosinformagrotech". 2016. P.81-87. (In Russ.)
11. Stepuro M.F. Fertilization and irrigation of vegetable crops. Minsk, 2008. 142 p. (In Russ.)
12. Lapa V.V. Fertilizer application system. Grodno. 2011. P.122-127. (In Russ.)
13. Vilchik V.A. Chicory. Yaroslavl.1982. 19 p. (In Russ.)
14. Vyutnova O.M., Smirnova I.V., Novikova I.A., Maksimova K.S. Agrochemical methods for increasing the yield of root chicory. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(1):90-94. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-90-94> <https://www.elibrary.ru/pokkhw>
15. Vyutnova O.M., Smirnova I.V., Novikova I.A., Maksimova K.S. Influence of predecessors, mineral fertilizers and humate on the infestation of crops with weeds and the yield of chicory roots. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(6):118-124. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-6-118-124> <https://www.elibrary.ru/gsvlcq>
16. Avdonin N.S. Chicory. M. Publication of the All-Union Research Institute of raw materials of the alcohol industry. 1935. P.223-227. (In Russ.)
17. Dospekhov B.A., Methodology of field experience. Moscow, Agropromizdat. 1985. P.362-366. (In Russ.)
18. Belik V.F., Methodology of field experience in vegetable growing and melon growing. Moscow. Agropromizdat.1992. 319 p. (In Russ.)
19. Lavrinova T.S. Influence of increasing doses of nitrogen fertilizers and use of chemical means of plant protection upon productivity of spring wheat in the conditions of North-East part of CCH. *Grain economy of Russia*. 2013;(2):38-43. (In Russ.) <https://elibrary.ru/qbpetj>
20. Kuinalieva M.K., Brown E.E. Fertilizers and quality of potato tubers. *Young scientist*. 2015;6-3(86):36-38. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/zrjhlf>
21. Abitova B.K. Potato productivity when using bird droppings and mineral fertilizers on dark chestnut soils of western Kazakhstan, Saratov. 2013. (In Russ.)
22. Proberzh E.S. Effect of weather factors on the efficiency of fertilizers in the process of soil-protective crop rotations. *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2004;4(4):20-21. (In Russ.) <https://elibrary.ru/mwdwtb>
23. Bagrintseva V.N., Ivashchenko I.N. Influence of weather conditions in the stavropol territory in efficiency of doses of nitrogen fertilizer on corn. *Agrohimia*. 2020;(2):77-83. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0002188120020039> <https://www.elibrary.ru/klssov>
24. Gamzikov G.P. The contribution of the academician I.I. Sinyagin to development of agrochemical science. to the 105 anniversary since birth (1911-1978). *Agrohimia*. 2016;(11):78-88. (In Russ.) <https://elibrary.ru/wybild>
25. Semenova Ye.A., Afanseyev R.A. Efficiency of application of fertilizers under spring wheat under the conditions of the Ural region. *Plodorodie*. 2018;6(105):2-4. (In Russ.) <https://doi.org/10.25680/S19948603.2018.105.01> <https://www.elibrary.ru/ypooix>

### Об авторах:

**Ольга Михайловна Вьютнова** – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-1171-6736>, SPIN-код: 8940-4265, автор для переписки, rossc2010@yandex.ru  
**Ирина Викторовна Смирнова** – руководитель Ростовской ОСЦ – филиала ФГБНУ ФНЦО, <https://orcid.org/0000-0002-5201-2252>, SPIN-код: 8201-1963  
**Ирина Александровна Новикова** – научный сотрудник, SPIN-код: 8742-0751  
**Ксения Сергеевна Максимова** – младший научный сотрудник, SPIN-код: 7138-0948

### About the Authors:

**Olga M. Vyutnova** – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, <https://orcid.org/0000-0003-1171-6736>, SPIN-code: 8940-4265, Corresponding Author, rossc2010@yandex.ru  
**Irina V. Smirnova** – Head of the Rostov OSC – a branch of the FSBSI FSVC, <https://orcid.org/0000-0002-5201-2252>, SPIN-code: 8201-1963  
**Irina A. Novikova** – Researcher, SPIN-code: 8742-0751  
**Ksenia S. Maksimova** – Junior Researcher, SPIN-code: 7138-0948