

Оригинальные статьи / Original articles

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-90-94>
УДК 635.54:631.559:631.8

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

Ростовская овощная опытная станция по цикорию – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» 152130, Россия, Ярославская область, Ростовский район, с. Деревни

*Автор для переписки: rossc2010@yandex.ru

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: Все авторы участвовали в планировании и постановке эксперимента, а также в анализе экспериментальных данных и написании статьи.

Для цитирования: 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>

Поступила в редакцию: 05.10.2022

Принята к печати: 20.12.2022

Опубликована: 15.02.2023

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, Russian Federation

*Correspondence Author: rossc2010@yandex.ru

Authors' Contribution: All authors contributed to the planning and setting up the experiment, as well as in the analysis of experimental data and writing of the article.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

For citations: 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>

Received: 05.10.2022

Accepted for publication: 20.12.2022

Published: 15.02.2023

Агрохимические методы повышения урожайности цикория корневого



Резюме

Актуальность. Эффективность удобрений зависит от потребности растений в питательных элементах и от способности почвы удовлетворять эту потребность. По данным НИИ сырья спиртовой промышленности, отзывчивость цикория на отдельные вещества в продолжение вегетационного периода резко меняется. В первый период своего развития цикорий резко положительно отзывается только 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 продолжение вегетации занимает среднее положение между эффективностью фосфора и калия.

Методология исследований. Целью исследований являлось выявить наиболее эффективные дозы макро- и микроэлементов и способов их внесения (основное и подкормка) для обеспечения максимальных урожаев корнеплодов цикория корневого. Опыт проводили в Нечернозёмной зоне РФ в Ростовском районе Ярославской области на опытном поле Ростовской опытной станции по цикорию – филиале ФГБНУ ФНЦО.

Результаты. В результате проведённых исследований установлено, что увеличение дозы азотного питания на фоне фосфорно-калийного удобрения повышало урожайность корнеплодов цикория корневого, дробное внесение минеральных удобрений более эффективно по сравнению с основным внесением, внесение бора и кобальта повышало содержание инулина и сахаров в корнеплодах. Содержание инулина повышалось по мере увеличения дозы азотных удобрений.

Ключевые слова: цикорий корневой, минеральные удобрения, азот, фосфор, калий, микроэлементы, подкормка

Agrochemical methods for increasing the yield of root chicory

Abstract

Relevance. The effectiveness of fertilizers depends on the need of plants for nutrients and on the ability of the soil to meet this need. According to the Research Institute of Raw Materials of the Alcohol Industry, the responsiveness of chicory to individual substances changes dramatically during the growing season. In the first period of its development, chicory responds sharply positively only to phosphorus. In the future, the phosphorus efficiency remains stable for two months and by the end of the growing season, attenuation begins. The potash efficiency, on the contrary, is low in the first months, and by the end of the growing season, in contrast to the action of phosphorus, it gives a sharp rise. The efficiency of nitrogen during the growing season occupies an average position between the efficiency of phosphorus and potassium.

Methodology. The aim of the research was to identify the most effective doses of macro- and microelements and methods of their application (basic and top dressing) to ensure maximum yields of root chicory root crops. The experiments were carried out in the Nonchernozem zone of the Russian Federation in the Rostov district of the Yaroslavl region on the experimental field of the Rostov experimental station for chicory – a branch of the FSBSI FSVC.

Results. As a result of the conducted studies, it was found that an increase in the dose of nitrogen nutrition against the background of phosphorus-potassium fertilizer increased the yield of root chicory root crops, fractional application of mineral fertilizers is more effective compared to the main application, the introduction of boron and cobalt increased the content of inulin and sugars in root crops. The inulin content increased as the dose of nitrogen fertilizers increased.

Keywords: root chicory, mineral fertilizers, nitrogen, phosphorus, potassium, trace elements, top dressing

Введение

Цикорий – ценная продовольственная культура, что обусловлено его химическим составом, вкусовыми и лечебными качествами [1].

Одной из задач, поставленных перед сельскохозяйственной наукой, является разработка новых эффективных агроприёмов, обеспечивающих получение высоких и полноценных урожаев сельскохозяйственных культур. Классик советской агрохимии академик Д.Н. Прянишников писал, что задачей агрохимии является изучение круговорота веществ в земледелии и выявления тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в растении, которые могут повышать урожай или изменить его состав. Главный способ вмешательства человека в этот круговорот – применение удобрений [2].

Для обеспечения рентабельного производства сельскохозяйственного сырья следует исключать риски, связанные с неблагоприятными погодными условиями, а также негативными последствиями интенсификации земледелия, таких как гербицидный стресс и снижение плодородия почвы. Эффективным мероприятием является оптимизация минерального питания растений на всём протяжении вегетации культуры. Правильное внесение удобрений даёт возможность получать не только максимальные урожаи, но и улучшать качество продукции и накапливать белки, жиры, крахмал, сахара, витамины и ферменты.

Важнейший элемент технологии для реализации полного потенциала урожайности каждого конкретного 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 в целом [3].

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 воздействие на фотосинтез, улучшает рост растений. Вынос элементов питания из почвы определяется количеством элементов питания, отчуждаемым из почвы урожаем основной и побочной продукции с единицы площади. Возврат элементов питания в почву определяется количеством элементов питания, вносимых с удобрениями, почвенно-корневыми остатками, процессами фиксации молекулярного азота атмосферы и других возможных источников [4].

Питание растений – сложный многофакторный системный процесс, по сути, представляющий собой переход веществ из окружающей среды в состав растительной ткани. Основные органические вещества представлены в растениях белками и другими азотистыми соединениями, жирами, крахмалом, сахарами, клетчаткой и пектиновыми веществами. Для нормального роста и развития

растениям необходимы определенные химические элементы, при этом конечное их содержание в тканях неодинаково. Одни вещества растения поглощают в большей степени на протяжении всего цикла вегетации, другие – нужны в меньшем количестве и в определенные фазы роста. Основу минерального питания растений, как известно, составляют макроэлементы – «три кита» агрохимии: азот, фосфор и калий. Их вынос с урожаем исчисляется десятками килограммов на 1 т продукции.

Азот – важнейший строительный материал растений, основа нуклеопротеидов и нуклеиновых кислот. Отвечает за образование белковых соединений, вегетативный рост и, соответственно, урожайность сельскохозяйственных культур.

Фосфор – элемент энергетического обеспечения (АТФ, АДФ) и передачи наследственной информации (ДНК, РНК). Активизирует рост корневой системы и закладку генеративных органов, ускоряет все обменные процессы.

Калий – фактор молодости и защитных функций клеток, сохраняет и удерживает воду, усиливает образование сахаров и их передвижение по тканям.

Установлено, что лучшее фосфорное удобрение для цикория на дерново-подзолистых и серых лесных почвах-суперфосфат, хорошая форма азотных удобрений на всех видах почв-мочевина и аммиачная селитра. Из калийных удобрений лучшие для цикория-безхлорные соединения. Оптимальное соотношение N:P:K-1:0,5:2, что положительно влияет на урожай и химико-технологические свойства цикория [5].

Все три элемента жизненно необходимы растениям, но в зависимости от выращиваемой культуры и этапа ее развития потребность в них изменяется. Именно поэтому правильному соотношению питательных элементов в комплексных удобрениях отводят большую роль, что приводит к такому разнообразию марок с уже выверенными соотношениями NPK.

По данным некоторых авторов, удобрения обеспечивают ускорение роста и развития растений (до 6381 см на растение) и наибольший фотосинтетический потенциал посевов (до 1,51 млн м²/дн./га) наблюдается при комплексном внесении N₆₀P₆₀K₁₂₀ весной в сочетании с подкормкой растений бором и Гумистаром в период начала образования корнеплодов. Прибавка урожая составила 39,4 т/га (78%). Применение указанной дозы удобрений благоприятно влияет на увеличение урожайности, биохимический состав, лежкость и сохранность корнеплодов [6].

Кроме того, протекание физиологических процессов и формирование урожая невозможно без мезо-и микроэлементов. К первым относят серу, кальций и магний, накопление которых в органах растений исчисляется килограммами на 1 т продукции [7].

Эффективность удобрений зависит от потребности растений в питательных элементах и от способности почвы удовлетворять эту потребность.

Следовательно, плодородие почвы должно быть динамичным и его изменения должны наилучшим образом соответствовать потребностям возделываемых растений в соответственные периоды развития их органов, определяющих урожай [8].

Между продуктивностью агроценозов на дерново-подзолистой почве с различной обеспеченностью элементами питания, видами удобрений и их дозами, рассчитанными на частичное и полное возмещение выноса. Показано, что дефицитный баланс азота, фосфора и калия приводит к существенному снижению продуктивности звена севооборота независимо от обеспеченности почвы элементами питания. При использовании удобрений в расчёте на возмещение выноса на 50-60% идёт снижение продуктивности минеральной системы удобрений, по сравнению с полным возмещением выноса [9].

Известно, что культурные растения затрачивают неодинаковые количества питательных веществ на создание урожая. Обычно в первый период растения потребляют небольшое количество питательных веществ. При разработке системы удобрения отдельных культур в севообороте важнейшая задача заключается в обеспечении растений питательными веществами тогда, когда они наиболее чувствительны к их недостатку и в период наибольшей потребности [10]. Этого можно добиться, применяя в течение вегетации различного рода подкормки.

В результате исследований, проведённых в 1985-1990 годах, установлено, что при урожае 171 ц/га корнеплодов и 114 ц/га зелёной массы листьев цикорий выносит из почвы: азота – 50, фосфора – 8-10, калия – 52 кг действующих веществ.

Данные химических анализов показали, что потребление азота и фосфора отличается растянутостью, а потребление калия максимально во второй месяц вегетации. Дальнейшие исследования по влиянию удобрений на урожайность и качество цикория проводились с учётом выноса питательных веществ.

По данным НИИ сырья спиртовой промышленности, отзывчивость цикория на отдельные вещества в продолжение вегетационного периода резко меняется. В первый период своего развития цикорий резко положительно отзывается только 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 продолжение вегетации занимает среднее положение между эффективностью фосфора и калия [11].

Цель исследований. Целью исследований являлось выявить наиболее эффективные дозы макро и микроэлементов и способов их внесения (основное и подкормка) для обеспечения максимальных урожаев корнеплодов цикория корневого.

Материал и методика исследований

Опыты проводили в Нечернозёмной зоне РФ в Ростовском районе Ярославской области на опытном поле Ростовской опытной станции по цикорию – филиале ФГБНУ ФНЦО на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: pH – 6,08, гумус – 1,84%, фосфор – 18,4 мг на 100 г почвы, калий – 5,4 мг на 100 г почвы.

Данные о метеорологических условиях 2019-2021 годов представлены в таблице 1.

Вегетационный период 2019 года характеризовался высокими температурными показателями в мае-июне и низкими в середине и конце вегетации культуры, резким дефицитом влаги на всем протяжении вегетационного периода, что отрицательно сказалось на всходах культуры и на урожайности корнеплодов.

Вегетационный период 2020 года по среднемесячным температурам воздуха был близок к среднепогодным значениям с недостаточным количеством осадков на протяжении всего периода. Это позволило провести уборку в оптимальные агротехнические

Таблица 1. Метеорологические условия 2019-2021 годов
Table 1. Meteorological conditions, 2019-2021

Месяц	Среднемесячная температура воздуха, °C				Осадки, мм			
	среднего летнее	2019	2020	2021	Среднего летнее	2019	2020	2021
Май	12,3	14,7	10,7	13,7	47	15	31	29
Июнь	16,5	17,7	17,4	19,6	65	36	17	34
Июль	18,4	15,5	18,3	20,5	84	37	25	5
Август	16,4	14,7	16,0	18,0	64	26	21	39
Сентябрь	10,7	10,6	12,7	9,1	55	20	8	24

сроки и без потерь. Температурный режим 2021 года характеризовался высокими значениями температуры воздуха и недостатком атмосферных осадков в мае-августе, что отрицательно повлияло на всхожесть семян культуры корневого цикория и развитию растений в начальный период.

Закладку опыта осуществляли на основании «Методики полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве» В.Ф. Белика и Т.Л. Бондаренко и рекомендаций НИИПТХим по испытанию доз удобрений для различных с.-х. культур. Учётная площадь делянки 21 м², повторность опыта 4-х кратная, расположение делянок рендомизированное. Минеральные удобрения вносили вручную: азотные – в виде аммиачной селитры, фосфорные – в виде двойного суперфосфата, калийные – в виде калийной соли. Кобальт и бор применялись в основное внесение, сернокислый кобальт из расчёта 0,4 кг/га, борная кислота из расчёта 2,0 кг/га. В основу определения норм удобрений положены рекомендации НИИПТХим (научно-исследовательский и проектно-технологический институт химизации Нечернозёмной зоны РСФСР).

Для посева использовали семена корневого цикория сорта Петровский.

Учет урожая осуществляли вручную поделяночно. Химический анализ корнеплодов проводили в Ярославском НИИЖК.

Результаты исследований

В 2019-2021 годах проводили исследования по влиянию минеральных удобрений, бора и кобальта на урожай и качество цикория корневого. В результате испытаний выявлены оптимальные дозы макро- и микроудобрений (табл. 2.) для достижения максимального урожая цикория корневого и высокого качества корнеплодов.

Урожайность корнеплодов в опыте варьировала от 16,9 т/га в контроле до 21,6 т/га в варианте N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀. Самую высокую урожайность отмечали в вариантах с применением высоких доз азотных удобрений совместно с фосфорно-калийными без микроудобрений.

Следует отметить, что внесение бора и кобальта повышало содержание инулина и сахаров в корнеплодах. Причём содержание инулина повышалось по мере увеличения дозы азотных удобрений.

Повышение дозы азота от 90 до 180 кг/га не превышало ПДК по нитратам. Самое низкое содержание нитратов в корнеплодах отмечено на вариантах с применением микроудобрений N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀+B и N₁₅₀P₁₂₀K₁₂₀+Co.

Таблица 2. Влияние различных доз макро- и микроудобрений на урожайность и химический состав корнеплодов цикория
Table 2. The effect of various doses of macro- and microfertilizers on the yield and chemical composition of chicory roots

№ п/п	Вариант опыта	Средняя урожайность за 2019-2021 годы			Инулин, %	% сахара в воздушно-сухом веществе	Нитраты мг/г в абсолютно сух. веществе
		т/га	отклонение от контроля, т/га	% к контролю			
1	Контроль (без удобрений)	16,9	-	100,0	6,9	30,2	347
2	N ₁₂₀ P ₁₂₀	20,1	3,2	118,9	7,6	42,2	359
3	N ₁₂₀ K ₁₂₀	19,5	2,6	115,4	8,7	43,2	355
4	P ₁₂₀ K ₁₂₀	20,4	3,5	120,7	7,8	41,8	328
5	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	19,5	2,6	115,4	9,5	39,4	309
6	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	20,4	3,5	120,7	8,6	44,6	347
7	N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	21,6	4,7	127,8	7,8	51,8	363
8	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀	21,1	4,2	124,9	6,9	40,9	285
9	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +B	16,1	-0,8	95,3	9,5	49,4	309
10	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +B	17,1	0,2	101,2	10,5	44,2	447
11	N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +B	20,0	3,1	118,3	12,5	49,9	349
12	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +B	18,3	1,4	108,3	13,2	43,2	389
13	N ₉₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +Co	18,2	1,3	107,7	9,9	42,2	380
14	N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +Co	17,7	0,8	104,7	10,1	43,2	309
15	N ₁₅₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +Co	19,6	2,7	115,9	14,2	45,1	479
16	N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ +Co	18,9	2,0	111,8	15,1	40,3	463
	НСР ₀₅	0,8					

Заключение

Применение основного внесения минеральных удобрений во всех дозах оказало положительное влияние на урожайность корнеплодов цикория.

Увеличение дозы азотного питания на фоне фосфорно-калийного удобрения повышало урожайность корнеплодов цикория корневого.

Содержание нитратов в корнеплодах при внесении азотных удобрений в применяемых дозах не превышало ПДК.

Внесение бора и кобальта повышало содержание инулина и сахаров в корнеплодах. Содержание инулина повышалось по мере увеличения дозы азотных удобрений.

Об авторах:

Ольга Михайловна Вьютнова – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, <https://orcid.org/0000-0003-1171-6736>, автор для переписки, rossc2010@yandex.ru

Ирина Викторовна Смирнова – руководитель Ростовской ОСЦ – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», <https://orcid.org/0000-0002-5201-2252>

Ирина Александровна Новикова – научный сотрудник

Ксения Сергеевна Максимова – младший научный сотрудник

About the Authors:

Olga M. Vyutnova – Senior Researcher, Cand. Sci. (Agriculture), <https://orcid.org/0000-0003-1171-6736>,

Correspondence Author, rossc2010@yandex.ru

Irina V. Smirnova – Head of the Rostov Vegetable experimental station on chicory, <https://orcid.org/0000-0002-5201-2252>

Irina A. Novikova – Researcher

Ksenia S. Maksimova – Junior Researcher

• Литература

1. Вьютнова О.М., Евсеева Е.А., Ратникова Н.А. Влияние макро- и микроудобрений на семенную продуктивность и посевные качества семян цикория корневого. *Картофель и овощи*. 2018;(12):31-32. DOI 10.25630/PAV.2018.68.12.009. EDN YQHJDV.
2. Ягодин Б.А. Агрехимия. Колос, 1982. С.17.
3. Вирченко И.И., Костенко Г.А. Совершенствование системы питания при выращивании отечественных гибридов капусты белокачанной. *Картофель и овощи*. 2020;(1):9-11. DOI 10.25630/PAV.2020.25.71.005. EDN HAPPHV.
4. Климов М.К. Справочник по программированию урожаев. М, Россельхозиздат, 1977. С.3.
5. Евсеева Е.А., Ратникова Н.А. Агротехника цикория. *Картофель и овощи*. 2008;(7):23-24. EDN KFSIPX.
6. Евсеева Е.А., Смирнова И.В., Вьютнова О.М., Ратникова Н.А., Полянина Т.Ю., Новикова И.А. Особенности минерального питания цикория корневого. *Известия ФНЦО*, 2020;(3-4):96-99. DOI 10.18619/2658-4832-2020-3-4-96-99. EDN OZPWMY.
7. Водорастворимые NPK удобрения – сбалансированный комплекс минералов в каждой капле. <http://potatoveg.ru/ovoshhevodstvo/vodorastvorimye-npk-udobreniya-sbalansirovannyj-kompleks-mineralov-v-kazhdoj-kaple.html>
8. Коломиец А.А., Васючков И.Ю., Успенская О.Н., Долгополова М.А., Тимакова Л.Н. Диагностика минерального питания свеклы столовой на пойменных почвах Нечернозёмной зоны. *Картофель и овощи*. 2018;(12):9-10. DOI 10.25630/PAV.2018.53.12.002. EDN VOGLES.
9. Марчук Е.В. Эффективность минеральной и органической систем удобрений на дерново-подзолистой почве при дефицитном балансе элементов питания. *Агрехимический вестник*. 2019;(3):54-59. DOI 10.24411/0235-2516-2019-10043. EDN LOPKHL.
10. Моисеева В.Н. Влияние удобрений на продуктивность и качество лука-репки сорта Стригуновский в третьей ротации севооборота в условиях ЦЧО. Овощеводство будущего Новые знания и идеи. Материалы Международной научно-практической конференции молодых учёных, посвященной 125-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. М., 2012. С. 285.
11. Авдонин Н.С. Цикорий. М., Издание Всесоюзного НИИ сырья спиртовой промышленности, 1935, С. 223, 227.

• Reference

1. Vyutnova O.M., Evseeva E.A., Ratnikova N.A. The influence of macro and micronutrients on seed yield and sowing qualities of seeds of chicory root. *Potatoes and vegetables*. 2018;(12):31-32. DOI 10.25630/PAV.2018.68.12.009. EDN YQHJDV. (In Russ.)
2. Yagodin B.A. Agrochemistry. 1982, Kolos. P. 17. (In Russ.)
3. Virchenko I.I., Kostenko G.A. Improving the nutrition system in the cultivation of domestic hybrids of white cabbage. *Potatoes and vegetables*. 2020;(1):9-11. DOI 10.25630/PAV.2020.25.71.005. EDN HAPPHV. (In Russ.)
4. Klimov M.K. Handbook on Crop Programming. Moscow, Rosselkhozizdat, 1977. P.3.
5. Evseeva E.A., Ratnikova N.A. Chicory agrotechnics. *Potatoes and vegetables*, 2008;(7):23-24. EDN KFSIPX. (In Russ.)
6. Evseeva E.A., Smirnova I.V., Vyutnova O.M., Ratnikova N.A., Polyamina T.Yu., Novikova I.A. Features of mineral nutrition of root chicory. *News of FSVC*. 2020;(3-4):96-99. DOI 10.18619/2658-4832-2020-3-4-96-99. EDN OZPWMY. (In Russ.)
7. Water-soluble NPK fertilizers are a balanced complex of minerals in each droplet. <http://potatoveg.ru/ovoshhevodstvo/vodorastvorimye-npk-udobreniya-sbalansirovannyj-kompleks-mineralov-v-kazhdoj-kaple.html>
8. Kolomiets A.A., Vasyuchkov I.Y., Uspenskaya O.N., Dolgopolova M.A., Timakova L.N. Diagnostics of mineral nutrition of beetroot on floodplain soils of Non-chernozem zone. *Potatoes and vegetables*. 2018;(12):9-10. DOI 10.25630/PAV.2018.53.12.002. EDN VOGLES. (In Russ.)
9. Marchuk E.V. Efficiency of mineral and organic fertilization systems at soddy-podzolic soil in conditions of deficient nutrition balance. *Agrochemical herald*. 2019;(3):54-59. DOI 10.24411/0235-2516-2019-10043. EDN LOPKHL. (In Russ.)
10. Moiseeva V.N. The influence of fertilizers on the productivity and quality of onions of the Strigunovsky variety in the third rotation of crop rotation in the conditions of the Central. Crop Growing of the Future New knowledge and ideas. Materials of the International Scientific and Practical Conference of Young Scientists dedicated to the 125th anniversary of the birth of N.I. Vavilov, Moscow, 2012. P. 285. (In Russ.)
11. Avdonin N.S. Chicory. M., Edition of the All-Union Research Institute of Raw Materials of the Alcohol Industry, 1935. Pp. 223, 227. (In Russ.) d experiment technique. M., Agropromizdat, 1985. 351 p. (In Russ.)