УДК: 631.84+633.11 DOI: 10.25680/S19948603.2026.152.14

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ПЕТРУШКУ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

Л.А. Свиридова[1], к.б.н., М.Е. Дыйканова[2], к.с.-х.н., А.А. Завалин[1], ак. РАН
[1]ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, 31 а
[2]РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
e-mail: lyudmilaser@mail.ru

Использование карбамидоформальдегидных удобрений (КФУ) способствовало формированию более мощных розеток петрушки листовой, увеличению количества листьев в розетке и биомассы, что положительно отразилось на урожайности. При применении КФУ листья петрушки во вторую срезку на 3-12 см длиннее, чем при использовании традиционных удобрений, таких как карбамид и аммиачная селитра. В среднем за два вегетационных периода сумма листьев в розетке была больше на 7,7-12,6 листа при применении КФУ по сравнению с обычными удобрениями. Все исследованные формы азотных удобрений обеспечивали прирост биомассы листьев петрушки на 18-29% по сравнению с традиционными. Модифицированные формы карбамида способствовали лучшему росту и развитию растений за счет повышенной обеспеченности азотом в течение вегетации. Это приводило к увеличению накопления азота в биомассе на 24 % по сравнению с традиционными удобрениями.

Ключевые слова: азотные удобрения, карбамидоформальдегидные удобрения, дерново-подзолистая почва, петрушка листовая.

Для цитирования: *Свиридова Л.А., Дыйканова М.Е., Завалин А.А.* Эффективность применения новых форм азотных удобрений под петрушку на дерново-подзолистой почве// Плодородие. – 2026. - №5. – С. 71-74. DOI: 10.25680/S19948603.2026.152.14.

Внесение минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры оказывает заметное влияние на их рост и развитие. В мире наиболее распространённой формой азотных удобрений является карбамид, или мочевина [3, 9]. Примерно 40% внесённых удобрений поглощается растениями, около 30 остаётся в почве, а ещё 30% теряется в виде газообразных соединений [5, 1]. Использование азотных удобрений с длительным действием позволяет снизить их дозу на 20–30%. Это, в свою очередь, уменьшает затраты на применение удобрений. Использование таких удобрений улучшает качество сельскохозяйственной продукции, снижая содержание нитратов [10].

Медленнорастворимые удобрения могут оказывать положительное воздействие на рост растений в течение длительного времени. КФУ (карбамидоформальдегидные удобрения) - это продукт конденсации карбамида и формальдегида, состоящий из цепочек от метилендимочевины до тетраметиленпентамочевины и содержащий 36-40 % азота. В составе КФУ имеется быстрорастворимый и медленнорастворимый азот, что обеспечивает его постепенное высвобождение в почву в течение вегетационного периода и делает его подходящим для различных групп сельскохозяйственных культур с разной продолжительностью вегетационного периода и с учётом доли медленнорастворимого азота в удобрении. КФУ с медленным высвобождением азота положительно влияют на снижение загрязнения дренажных вод нитратами. Скорость растворения гранул пролонгированного КФУ с использованием каустического магнезита (MgO) в 10–50 раз ниже, чем у карбамида. Прочность гранул КФУ в 2–3 раза выше, что значительно снижает пылеобразование и слеживаемость удобрения [8]. По степени вымывания азота из различных азотных удобрений, азот КФУ наиболее стабилен и в 12 раз медленнее вымывается, чем из аммиачной селитры [4]. При внесении КФУ содержание минерального азота в почве на протяжении 7 первых недель ниже в 2,5 раза по сравнению с мочевиной и аммиачной селитрой [2].

В период активного роста петрушки для стимуляции роста зелёных листьев требуются удобрения с высоким содержанием азота (30-100 кг/га). Однако избыток азота может привести к накоплению нитратов в зелени. Для развития корневой системы петрушки необходимо достаточное количество фосфора (45-60 кг/га). Калийные удобрения (45-80 кг/га) улучшают вкус и аромат петрушки, а также повышают её устойчивость к заболеваниям [6, 7].

В современном сельскохозяйственном производстве стоит задача необходимости увеличения количества и качества растениеводческой продукции, поэтому нужны обоснования использования в агротехнологиях сельскохозяйственных культур новых средств химизации, совершенствования ассортимента минеральных удобрений.

Цель исследования - оценить эффективность применения новых пролонгированных форм азотного удобрения на урожайность и качество петрушки листовой.

Методика. Полевой опыт проводили в 2024-2025 г. на участке УНПЦ Садоводства и овощеводства имени В.И. Эдельштейна (г. Москва) на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве со следующими показателями: органическое вещество - 2,1 % (ГОСТ 26213-2021), $pH_{сол.}$ 6,1 (ГОСТ 26483-85), гидролитическая кислотность – 1,74 мг-экв/100 г (ГОСТ 26212-2021), валовое содержание азота - 0,12% (ГОСТ Р 58596-2019), P_2O_5 – 152 мг/кг и K_2O – 143 мг/кг почвы (ГОСТ Р 54650-2011).

Испытывали три образца карбамидоформальдегидных удобрений: КФУ-1, КФУ-2, КФУ-3 с массовой долей общего азота 36,8; 38,0; 38,2% и содержанием медленнодоступного азота, соответственно, 19; 22; 15%.

Схема опыта: 1. $P_{45}K_{45}$–фон (Ф), контроль; 2. Ф + Nм обычная; 3. Ф + КФУ-1; 4. Ф + КФУ-2; 5. Ф + КФУ-3; 6. Ф + Naa. Доза внесения азота удобрений составляет N_{30}, или 3 г/м^2 в д.в.

Растение - петрушка листовая (*Petroselinum crispum* (Mill.)), сорт Тайга – раннеспелый. Предназначен для выращивания зелени в открытом и защищенном грунте во всех регионах. Средняя урожайность 2,5-2,8 кг/м^2. Листья очень ароматные, хорошо отрастают после срезки. Петрушка относится к холодостойким, влаголюбивым зеленным культурам, с медленным развитием в первый период вегетации [7].

Посев семян на рассаду проводили в первой декаде марта, рассаду выращивали в кассетах на 64 ячейки, объемом 50 мл. Температура в период выращивания рассады составляла в среднем 16-18^o С, в качестве субстрата использовали верховой торф мелкой фракции (5-15 мм). Массовые всходы появились на 7-й день. В период развития следили за влажностью субстрата, по необходимости проводили полив методом подтопления. Высадку рассады в открытый грунт осуществляли 14-15 мая, схема посадки 60 х 20 см, площадь делянки - 0,36 м^2, повторность 3-кратная. На момент высадки в открытый грунт, возраст рассады составил 55 дней, растения сформировали 4-5 настоящих листа и хорошо развитую корневую систему. Испытываемые и контрольные удобрения вносили локально под растения при высадке рассады в открытый грунт. Агротехника в опыте стандартная для зеленных культур, по мере необходимости проводили полив, междурядную обработку почвы совместно с прополкой сорняков. Биомассу петрушки листовой учитывали в два срока - 9.07 и 5.09. в 2024 г. и 14.07 и 11.09. в 2025 г. с полной срезкой розетки листьев. В период исследований в открытом грунте погодные условия были благоприятные, но с некоторыми отличиями по температуре и осадкам от средних многолетних значений. В июне 2024 г. среднемесячная температура составила 20,1^{o}С, что на 2,7^{o}С выше климатической нормы. В летний период дневная температура не опускалась ниже 20^{o}С, а в ночные часы ниже 10^{o}С, температурный максимум отмечен 4 июля 2024 г. и составил 33,2^{o}С. В июне за месяц выпало 166,3 мм осадков, что составляет 210% нормы, в июле 2024 г. осадки были в пределах нормы, а в августе выпало менее половины нормы осадков. Несмотря на неравномерность выпадения осадков, их общее количество превысило климатическую норму на треть. В вегетационном периоде 2025 г. количество осадков превысило среднемноголетние данные на 29 %. Температура воздуха была выше во все месяцы роста петрушки в открытом грунте и составила 110% от среднемноголетней нормы.

Определяли длину и количество листьев в розетке. Оценку товарного качества листьев провели, выявляя наличие засохших, потерявших окраску листьев по ГОСТу 34313-2017. Определение содержания нитратов в листьях петрушки проводили по ГОСТу 29270-95 и сравнивали содержание в свежей зелени с нормами ПДК для зеленных (Сан ПиН 2.3.2.1078-01). Накопление питательных элементов (N, P_2O_5, K_2O) в биомассе петрушки листовой определяли после сборов урожая. Химический анализ растительных образцов проводили после мокрого озоления (ГОСТ 13496.4-2019, ГОСТ 26657-97, ГОСТ 32250-2013). При работе использовали стандартные методики агрохимических исследований. Полученные результаты обработаны методом дисперсионного анализа (STATVNIIA) и MS Excel.

Результаты и их обсуждение. За счёт внесения азотных удобрений увеличилась биомасса растений петрушки в сумме за два сбора урожая 2024 г. в 1,5 - 2,0 раза (табл.1). Во второй год сбор зеленой массы увеличился в 1,2-1,5 раза с применением удобрений. В вариантах с применением КФУ собрали зелёной биомассы больше по сравнению с традиционными азотными удобрениями (Nм и Naa). Урожайность петрушки при применении Naa не отличалась от РК-фона, что связано с погодными условиями 2025 г., когда сумма осадков в вегетационный период была выше среднемноголетних показателей в 1,3 раза. Аналогичный период 2024 г. характеризовался суммой осадков, сравнимой со средней многолетней. Поэтому аммиачная селитра подверглась вымыванию, что и не дало полноценного питания растениям. Очевидны различия в сборе биомассы в 1-й и 2-й срезках. За 2024 г. во 2-ю срезку по сравнению с 1-й срезкой биомасса листьев больше в 1,3- 2,1 раза. В 2025 г. аналогично предыдущему году во второй сбор урожайность была выше по сравнению с первым в 1,7-2,2 раза. Это объясняется тем, что петрушка характеризуется медленным развитием в первый период вегетации [7].

1. Урожайность петрушки листовой при внесении различных форм азотных удобрений

Вариант	2024 г.	2025 г.	В среднем за 2 года	Прирост биомассы относительно контроля	
	кг/м^2			кг/м^2	%
1. РК - фон	1,35	1,63	1,49	-	-
2. Nм	2,03	1,94	1,99	0,50	34
3. КФУ-1	2,50	2,26	2,38	0,89	60
4. КФУ-2	2,38	2,32	2,35	0,86	58
5. КФУ-3	2,65	2,49	2,57	1,08	72
6. Naa	2,25	1,70	1,98	0,49	33
НСР$_{05}$	*0,16*	*0,13*	*0,15*		

Содержание сухого вещества в листьях петрушки, выращенной с использованием новых форм удобрений, существенно не отличалось от показателей контроля и традиционных форм азотных удобрений. Наибольшая зелёная масса листьев петрушки в среднем за 2 года получена с использованием новых модифицированных азотных удобрений (КФУ). Поэтому для получения полноценного урожая зелени петрушки листовой лучше применять КФУ-3, в котором 15% медленнодоступного азота. Видимо, полное высвобождение азота из КФУ-1 и КФУ-2 (19 и 22% медленнодоступного азота) идёт длительней, чем продолжается вегетационный период у петрушки листовой. При применении традиционных азотных удобрений урожайность листьев в среднем за 2 года по двум срезкам была в 1,3-1,7 раза выше по сравнению с РК-фоном (см. табл. 1). Прибавка урожайности с применением КФУ составила 1,1-0,9 кг/м^2 по сравнению с контролем (фон). Прибавка урожайности зеленой массы петрушки листовой при внесении модифицированного карбамида равна 18-29% относительно карбамида обычного.

Применение удобрений влияло на биометрические показатели растений (рис. 1). Наибольшая длина листьев отмечена при внесении КФУ. Во второй сбор петрушки получен достоверный положительный эффект от использования КФУ, а прибавка к контролю (РК фон) составила 7,7-12 см. Также во вторую срезку растения петрушки существенно различались по длине листьев - при применении КФУ они были на 3-12 см выше, чем при использовании традиционных удобрений (карбамида и аммиачной селитры).

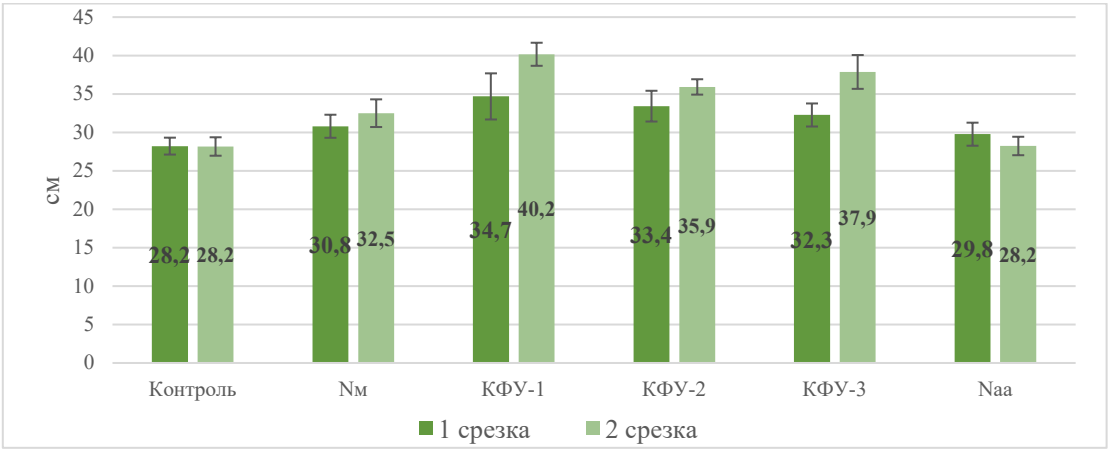


Рис. 1. Высота розетки петрушки за 1- и 2-ю срезки (в среднем за два года)

Количество листьев в розетке растений петрушки (рис. 2) в среднем за 2 года наблюдений за первую срезку меньше, чем за вторую. Количество листьев в среднем за два вегетационных периода было больше при применении КФУ, по сравнению со стандартными удобрениями (Nм и Naa) на 7,7-12,6 листа в розетке. Это отразилось и на суммарной биомассе зелёных листьев. Без внесения N-удобрений листьев формировалось больше, по сравнению с применением традиционных удобрений, но они были тоньше.

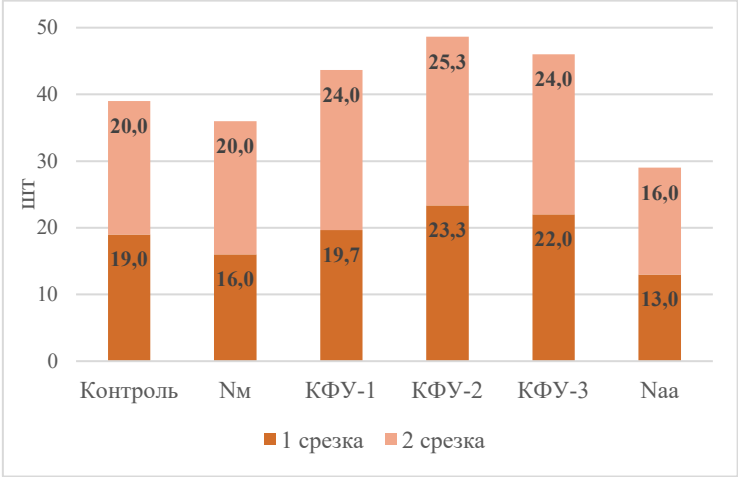


Рис. 2. Количество листьев в розетке петрушки листовой за вегетационный период (в среднем за два года)

Содержание нитратов в сырой массе листьев петрушки 1- и 2-й срезки во всех вариантах не превышает ПДК для зеленных (Сан ПиН 2.3.2.1078-01) (табл. 2).

2. Содержание нитратов в листьях петрушки, мг/кг сырой массы*

Вариант	2024 г.		2025 г.	
	1-я срезка	2-я срезка	1-я срезка	2-я срезка
РК - фон	513	624	114	152
Nm	1091	1228	267	152
КФУ-1	1068	849	320	116
КФУ-2	504	811	336	135
КФУ-3	1135	1228	356	132
Naa	946	1377	164	157

*ПДК 2000 мг/кг для листовой петрушки.

Минимальное накопление нитратов в первый год было при применении КФУ-2. Во второй год по всем вариантам содержание нитратов в листьях петрушки было ниже по сравнению с первым годом. Объясняется это вымыванием удобрений из почвы, так как количество осадков в этот период превысило среднемноголетнюю норму в 1,3 раза.

Качество свежей петрушки при внесении всех форм удобрений соответствует характеристикам и нормам, указанным в ГОСТе 34212—2017. Зелёные, сочные листья, с небольшой долей (не более 3-5 %) частично потерявших окраску крайних листьев.

Результаты химической диагностики минерального питания, проведенной в листьях петрушки, свидетельствуют о равнозначном содержании азота в растениях при применении Nм, КФУ-1 и КФУ-3 (3,02; 2,96 и 2,77%) при НСР=0,27. В растениях петрушки с применением остальных испытываемых удобрений концентрация общего азота ниже. По содержанию P_2O_5 во всех вариантах с применением удобрений растения не различались. Наблюдалась тенденция к более высокому содержанию K_2O в растениях, выращенных при применении модифицированных форм КФУ-1 и КФУ-3 и Nм. Поглощение элементов питания растениями при применении КФУ, несмотря на эффект «биологического разбавления», так как биомассы получено больше, происходило на одном уровне с растениями при внесении традиционного карбамида.

Расчет накопления питательных веществ в биомассе свидетельствует о более интенсивном поглощении растениями азота при применении КФУ (рис. 3).

Из представленных на рисунке данных видно, что все формы азотных удобрений увеличивали накопление растениями элементов питания по сравнению с контролем: азота на 1,79-4,93 г/м^2, фосфора на 0,57-1,50, а калия на 0,27-4,98 г/м^2. Важно отметить, что вынос азота

растениями при применении модифицированного карбамида был выше в среднем на 24%, фосфора на 19, а калия на 27% по сравнению с обычными удобрениями. Это свидетельствует о более высокой интенсивности питания растений при применении новых форм минеральных удобрений.

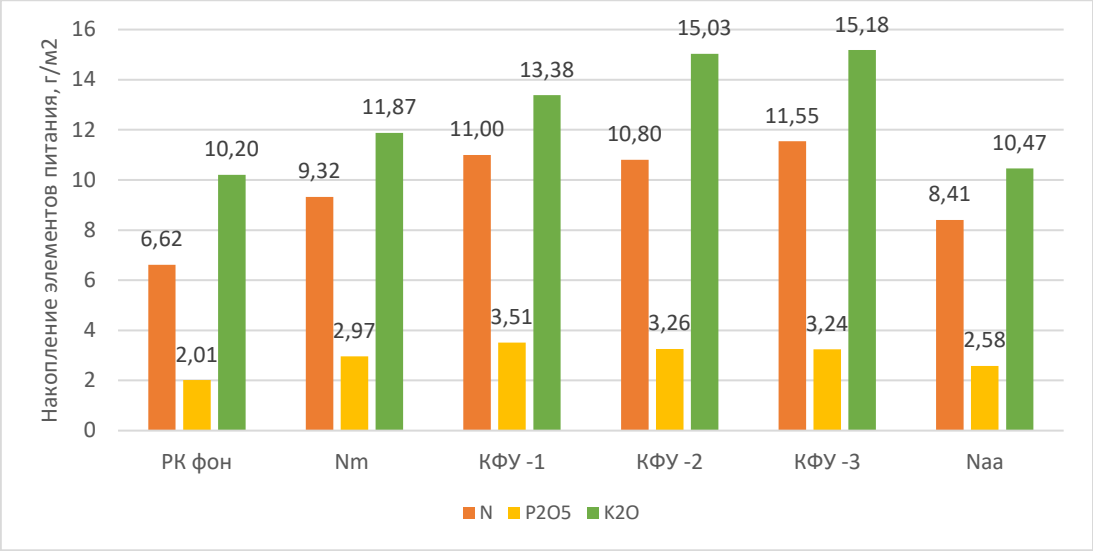


Рис. 3. Накопление питательных элементов в биомассе петрушки листовой в среднем за 2 года (за 2 срезки)

Заключение. Применение карбамидоформальдегидных удобрений способствовало формированию более высоких розеток петрушки листовой, повышало число листьев в розетке и увеличивало биомассу, что в итоге положительно сказалось на росте урожайности. При применении КФУ во вторую срезку растения петрушки существенно отличались по длине листьев - на 3-12 см были выше, в сравнении с использованием традиционных удобрений (карбамида и аммиачной селитры). Количество листьев в розетке в среднем за два вегетационных периода было больше на 7,7-12,6 шт. при применении КФУ, чем при применении стандартных удобрений. Изучаемые новые формы азотных удобрений обеспечивали получение прибавки биомассы зеленых листьев петрушки относительно традиционных удобрений на 24-38%. Применение модифицированных форм карбамида положительно отразилось на росте и развитии растений за счет более высокой обеспеченности азотом в течение вегетации, а накопление в биомассе азота было в среднем на 24% больше по сравнению с обычными формами удобрений.

Литература

1. *Гамзиков Г.П.* Агрохимия азота в агроценозах. – Новосибирск: СО РАСХН, 2013. - 790 с.
2. *Завалин А. А., Лапушкин В. М., Свиридова Л. А.* Потери и особенности трансформации амидных форм азотных удобрений в почве // Агрохимия. – 2025. -№ 12. - С. 1-3.
3. *Завалин А.А., Свиридова Л.А.* Пути повышения эффективности использования карбамида (обзор) // Агрохимия. - 2024. - № 11. - С. 3-11. https://doi.org/10.31857/S0002188124110017
4. *Кореньков Д.А.* Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. - М.: Агроконсалт, 1999. - 296 с.
5. *Макаров В.И.* Влияние доз карбамида и норм орошения на эмиссию аммиака из агродерново-подзолистой среднесуглинистой почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2017. - № 6. - С. 54-60.
6. *Овощи* России / В. Ф. Пивоваров. - М: ГНУ ВНИИССОК, 2006. - 384 с.
7. *Редис* и 12 зеленных культур /Циунель М.М., Циунель А.М., Баранов А.В., Ковальчук М.В., Трусевич А.В. – М.: ООО «НИИСОК», 2021. - 440 с.
8. *Хузиахметов Р.Х., Фазуллин Р.Х., Галиева С.И., Сырчина Н.В., Кантор Г.Я.* Получение пролонгированных карбамидоформальдегидных удобрений и оценка их влияния на развитие суданской травы в вегетационных и полевых опытах // Вестник технологического университета. - 2024. - Т. 27. - № 9. - С. 80-84.
9. *International* Fertilizer Association (IFA): офиц. сайт. Париж. URL: https://www.fertilizer.org (дата обращения: 06.04.2026)
10. *Trenkel M.E.* Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. Paris: International Fertilizer Industry Association (IFA), 2010. 163 p.

THE EFFECTIVENESS OF USING NEW FORMS OF NITROGEN FERTILIZERS FOR PARSLEY ON SOD-PODZOLIC SOIL

L.A. Sviridova[1], M.E. Dyikanova[2], A.A. Zavalin[1]
1- All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, 31a Pryanishnikova Street, Moscow, 127434
2- Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Street, Moscow, 127434.
E-mail: lyudmilaser@mail.ru

The use of urea-formaldehyde fertilizers (UF) contributed to the formation of more powerful parsley leaf rosettes, an increase in the number of leaves in the rosette and biomass, which had a positive effect on yield. When using UF, the parsley leaves in the second cut were 3-12 cm longer than when using traditional fertilizers such as urea and ammonium nitrate. On average, over two growing seasons, the number of leaves in the rosette was 7,7-12,6 leaves more when using UF compared to conventional fertilizers. All the studied forms of nitrogen fertilizers increased the biomass of parsley leaves by 24-38% compared to traditional fertilizers. The modified urea forms contributed to better plant growth and development due to increased nitrogen availability during the growing season, resulting in a 24% increase in nitrogen accumulation in the biomass compared to traditional fertilizers.
Keywords: nitrogen fertilizers, urea-formaldehyde fertilizers, sod-podzolic soil, leafy parsley