

## Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2026-1-92-98>  
УДК: 635.21:631.84

Л.С. Федотова\*, Н.А. Тимошина,  
Е.В. Князева, И.А. Арсентьев

ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр  
картофеля имени А.Г. Лорха»  
140051, Россия, Московская обл.,  
г. Люберцы, дп. Красково

\*Автор для переписки: [coordinazia@mail.ru](mailto:coordinazia@mail.ru)

**Вклад авторов:** Федотова Л.С.: руководство исследованием, создание рукописи и ее редактирование; Тимошина Н.А.: методология, создание черновика рукописи и проведение исследования; Князева Е.В.: проведение исследования; Арсентьев И.А.: проведение исследования.

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

**Для цитирования:** Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., Арсентьев И.А. Азотные удобрения в системе минерального питания картофеля. Овощи России. 2026;(1):92-98.  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2026-1-92-98>

**Поступила в редакцию:** 30.05.2025

**Принята к печати:** 18.10.2025

**Опубликована:** 16.03.2026

Lyudmila S. Fedotova\*, Natalia A. Timoshina,  
Elena V. Knyazeva, Ilya A. Arsenyev

Russian Potato Research Centre  
Kraskovo, Lyubertsy, Moscow region, Russia, 140051

\*Corresponding Author: [coordinazia@mail.ru](mailto:coordinazia@mail.ru)

**Authors' Contributions.** Fedotova L.S.: supervision, writing – review & editing; Timoshina N.A.: methodology, investigation, writing – original draft; Knyazeva E.V., Arsenyev I.A.: investigation.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

**For citations:** Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V., Arsenyev I.A. Nitrogen fertilizers in the system of potato mineral nutrition. Vegetable crops of Russia. 2026;(1):92-98. (In Russ.)  
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2026-1-92-98>

**Received:** 30.05.2025

**Accepted for publication:** 18.10.2025

**Published:** 16.03.2026

# Азотные удобрения в системе минерального питания картофеля



## РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Анализ и изучение современных форм азотных удобрений в минеральном питании картофеля – актуальное направление исследований, которое объясняется появлением разнообразных форм минеральных удобрений на рынке.

**Материал и методика.** Представлены сравнительные данные по действию традиционных форм азотных удобрений (селитра аммиачная, селитра кальциевая, сульфат аммония, карбамид, жидкий аммиак, аммиачная вода) и относительно новых разработок (стабилизированный карбамид ЮТЕК, удобрение азотно-известняковое (УАИ), азотное удобрение с добавлением серы (КАС+S, сульфонитрат и др.). Показаны результаты полевых опытов (2020-2022 годы) по оценке эффективности прикорневых подкормок некоторыми из перечисленных выше форм: селитра аммиачная, ингибированный карбамид ЮТЕК, удобрение азотно-известняковое (УАИ), на отечественных сортах картофеля: Удача, Метеор Жуковский – ранние и Фаворит, Гранд – среднеспелые. При постановке и проведении краткосрочных полевых опытов использованы стандартные методы исследований.

**Результаты.** Система минерального питания картофеля, сочетающая основное внесение комплексных NPK-удобрений (нитроаммофоска 14:14:23 или диаммофоска 10:26:26 и др.) перед посадкой в умеренных дозах ( $N_{40-56}P_{56-104}K_{92-104}$ ) с проведением прикорневых азотных подкормок в дозах не превышающих  $N_{100}$ , в начальный период вегетации (при высоте растений 10-15 см - начало бутонизации) модернизированными формами азотных удобрений (ингибированный карбамид ЮТЕК) или азотно-известняковым удобрением (УАИ), способна полностью раскрыть потенциал сортов картофеля. Установлено, что при выращивании отечественных сортов картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве прибавки урожайности от азотных подкормок в дозе  $N_{100}$  составили: для ранних (Удача, Метеор, Жуковский ранний) 3,0-8,8 т/га или 7-25%, среднеспоздних сортов (Гранд, Фаворит) – 3,0-7,7 т/га или 11-20% к минеральному фону ( $N_{56}P_{56}K_{92}$ ), где уровень урожайности достигал 27-32 т/га. Прикорневые азотные подкормки способствовали существенному увеличению урожайности и товарности картофеля, при этом «ростового разбавления» питательных компонентов в продукции не отмечено.

## КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

картофель, традиционные и модифицированные азотные удобрения, ингибированный карбамид ЮТЕК, азотно-известняковое удобрение,  $NH_4^+$  форма,  $NO_3^-$  форма

## Nitrogen fertilizers in the system of potato mineral nutrition

### ABSTRACT

**Relevance.** The relevance of the article lies in the analysis and study of modern forms of nitrogen fertilizers in the mineral nutrition of potatoes. This research direction is driven by the emergence of diverse forms on the mineral fertilizer market.

**Methodology.** The article presents comparative data on the effects of traditional nitrogen fertilizers (ammonium nitrate, calcium nitrate, ammonium sulfate, urea, liquid ammonia, ammonia water) and relatively new developments (stabilized urea UTEK, nitrogen-limestone fertilizer (UAI), nitrogen fertilizers with sulfur additives such as UAN+S, sulfonitrate, etc.). The article shows the results of field experiments (2020-2022) to assess the effectiveness of root dressings with some of the above forms: ammonium nitrate, inhibited urea UTEK, nitrogen-limestone fertilizer (UAI), on domestic potato varieties – maturing Udacha, Meteor, Zhukovsky and mid-season Favorit, Grand. Standard research methods were used in setting up and conducting the short-term field experiments.

**Results.** The system of mineral nutrition of potatoes, combining the main application of complex NPK fertilizers (nitroammophoska 14:14:23 or diamphoska 10:26:26, etc.) before planting in moderate doses ( $N_{40-56}P_{56-104}K_{92-104}$ ) with root nitrogen fertilizing in doses not exceeding  $N_{100}$  in the initial period of vegetation (plant height 10-15 cm – beginning of budding) with modernized forms of nitrogen fertilizers (inhibited urea UTEK) or nitrogen-limestone fertilizer (UAI), is capable of fully revealing the potential of potato varieties. It was found that when growing domestic potato varieties on sod-podzolic sandy loam soil, the yield increase from nitrogen top dressing at a rate of  $N_{100}$  was: for early varieties (Udacha, Meteor, Zhukovsky early) 3.0-8.8 t/ha or 7-25%, and for mid-late varieties (Grand, Favorit) 3.0-7.7 t/ha or 11-20% over the mineral background ( $N_{56}P_{56}K_{92}$ ), where the yield level reached 27-32 t/ha. Root nitrogen top dressings contributed to a significant increase in potato yield and marketability, with no observed "growth dilution" of nutrients in the produce.

### KEYWORDS:

potato, traditional and modified nitrogen fertilizers, inhibited urea UTEK, nitrogen-limestone fertilizer,  $NH_4^+$  form,  $NO_3^-$  form

**Введение**

Удобрения – источник биогенных элементов, которые входят в состав организмов и выполняют определенные биологические функции. Для прохождения полного жизненного цикла (от семени до семени) растениям необходимо лишь 17: С, Н, О, N, P, K, Si, S, Ca, Mg, Fe, Mn, B, Co, Zn, Cu, Mo, из обнаруженных в растительных тканях более 75 элементов таблицы Д.И. Менделеева [1, 2]. Удобрения – не чужеродные природе вещества, они содержат те же самые элементы, которые находятся в почве и которых не всегда хватает для нормального роста и развития растений, но при нарушении доз и сроков внесения они могут оказывать отрицательное влияние на растения и окружающую среду.

Минеральные азотные удобрения играют ключевую роль при выращивании большинства с.-х. культур в различных регионах страны [3, 4, 5], в том числе и картофеля [6, 7, 8]. Они ускоряют набор вегетативной массы, способствуют правильному развитию корневой системы, увеличивают листовую аппарат, повышают иммунитет растений, количество и качество урожая. Д.Н. Прянишников (1955) неоднократно подчеркивал важность азота в истории человечества: «Вся история земледелия в Западной Европе свидетельствует о том, что главным условием, определяющим среднюю высоту урожая в различные эпохи, была степень обеспеченности сельскохозяйственных культур азотом». Классиками установлено [1, 9], что растения могут усваивать как нитратную, так и аммиачную форму азота. В условиях слабокислой реакции среды (рН 5,5-6,0) в растения лучше поступает  $\text{NO}_3^-$  форма.  $\text{NH}_4^+$  форма в растениях может сразу пойти на образование аминокислот, путем реакции аминирования, тогда как  $\text{NO}_3^-$  – сначала должна восстановиться до  $\text{NH}_4^+$ , т.е. пройти более сложный биохимический путь встраивания в обмен веществ растений. Условием для усвоения  $\text{NH}_4^+$  формы является достаточное количество углеводов, поэтому культуры, богатые углеводами (например, клубни картофеля), хорошо усваивают  $\text{NH}_4^+$  форму, тогда как растения, имеющие малый запас углеводов в семенах (свекла сахарная), в первые периоды роста не выносят повышенной концентрации  $\text{NH}_4^+$ .

Для выращивания картофеля лучшими традиционными азотными удобрениями считаются: селитра аммиачная (34-35% азота); сульфат аммония (21% азота) на почвах со щелочной и слабощелочной реакцией среды; карбамид (мочевина) (43-46% азота); жидкий (безводный) аммиак  $\text{NH}_3$  (82,3% азота); аммиачная вода или водный аммиак (18% и 20,5% азота), особенно на почвах, богатых гумусом и органикой; селитра кальциевая (14-17,5% азота, 27% кальция) на почвах с кислой и слабокислой реакцией.

Современные тенденции в разработке азотных удобрений направлены на создание сбалансированных составов, учитывающих взаимосвязь азота с другими элементами питания, например, с серой [5]. Среди инновационных азотных удобрений можно выделить следующие:

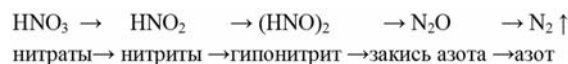
1. Сульфонитрат N:S = 30:7, комбинированное удобрение, сочетающее азот и серу в одной грануле. Это двойная соль аммиачной селитры и сульфата аммония. Имеет преимущество в виде минимального вымывания азота.

2. Карбамид с серой (46,2% азота и не менее 4% серы), амидная форма азота обеспечивает пролонгированное питание растений. При попадании в почву происходит переход амидной формы азота ( $\text{NH}_2^+$ ) в аммонийную ( $\text{NH}_4^+$ ), а затем в нитратную форму ( $\text{NO}_3^-$ ), процесс полного перехода занимает от 4-х до 20 дней.

3. Сбалансированное азотно-фосфорное удобрение с серой, 12N-40P-10S. Удобрение отлично подходит для осеннего и ранневесеннего внесения, благодаря синергизму азота и серы, а также высокому содержанию водорастворимых фосфатов. Удобрение обеспечивает эффект пролонгации серного питания: водорастворимая сульфатная сера доступна немедленно после внесения, а элементарная сера обеспечивает запас на вторую половину вегетации.

4. Жидкое азотное удобрение с добавлением серы (КАС+S), на основе карбамида-аммиачной смеси (КАС), содержит 23% азота и 3,6% серы. Оно сохраняет все свойства КАС-32, а добавление серы способствует полному усвоению азота и снижению непродуктивных потерь.

Применение азотных удобрений всегда связано со значительными непродуктивными потерями. В полевых условиях коэффициент использования азота минеральных удобрений разными культурами составляет не более 40-50% [9, 10, 11]. Основная часть азота удобрений или закрепляется в почве в виде трудногидролизующих слабо доступных растением соединений, или безвозвратно теряется в виде различных продуктов, образующихся в результате процессов денитрификации:



Возможны потери азота и от вымывания, что приводит к загрязнению грунтовых вод и питьевых источников нитратами.

Азот поглощается растениями неравномерно [1, 9, 10]. Первый период поглощения, получивший название критического, совпадает с начальными фазами роста и развития большинства культур<sup>1</sup>. В этот период растения особо чувствительны как к недостатку, так и к избытку питательных веществ. Химический состав культур в начальные фазы роста характеризуется высоким содержанием азота и многих зольных элементов.

Второй период – максимального потребления питательных веществ, характерен для более поздних фаз развития и определяется биологическими особенностями растений. Поступление питательных веществ в злаковые растения, за исключением кукурузы, к концу колошения почти заканчивается, хотя к этому времени они образуют не более 50-60% растительной биомассы от полного урожая. Озимая пшеница при хорошем развитии уже в осенний период усваивает азота и калия 43-47%, в то время как сухая масса растений составляет не больше 10% полного урожая [3, 12]. Это также относится и к озимой ржи, которая за осенний период усваивает до 50-60% азота, фосфора и калия. Ячмень и овес уже в фазу цветения поглощают 100% калия, а после происходит даже потеря этого питательного элемента (экзоосмос). Свекла сахарная, картофель, капуста и другие овощные культуры отличаются более продолжительным или растянутым периодом потребления питательных веществ: азот, фосфор и калий они усваивают почти в течение всего вегетационного периода [1, 10, 11].

В связи с этим, удобрения с замедленным высвобождением действующих веществ (д.в.) – это те формы, в которых доступность питательных элементов относительно совпадает

<sup>1</sup>Агрохимия: Учебник / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П. Гамзиков и др.; под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. 854 с.

ет с потребностью растений. В своем обзоре по удобрениям пролонгированного действия Мухина М.Т., Боровик Р.А., Коршунов А.А. (2021) [13] указали на три основные причины и преимущества применения медленно действующих удобрений: повышение коэффициента использования и синхронизация во времени высвобождения питательных элементов с потребностями растений, а также создание экологичных ресурсосберегающих технологий их производства. К таким удобрениям относится ингибированный или стабилизированный карбамид ЮТЕК46. Покрытие гранул карбамида ингибитором уреазы [N-(n-бутил) thiophosphoric triamide], продлевает действие азота, что обеспечивает пролонгированное и стабильное поступление этого элемента в корни растений. Средняя прибавка урожайности всех протестированных культур от применения формы «медленного» азота (карбамида ЮТЕК) была на 4-6% выше, чем от применения традиционного карбамида [14, 15, 16]. При применении капсулированного карбамида с ингибиторами уреазы и нитрификации выделение газообразных форм азота проходило в 2 раза медленнее, а коэффициент его усвоения повышался. Урожайность картофеля при использовании карбамида с ингибиторами нитрификации повышалась на 10-11% [14].

Эффективность стабилизированного карбамида ЮТЕК46 подтвердилась в трехфакторном полевом опыте на 16 отечественных сортах картофеля (2014-2016 годы) на двух предшественниках – рапс яровой и вико-овсяная смесь. Было установлено, что ранние сорта картофеля Удача, Крепыш, Любава, Погарский, и среднеранние: Ильинский, Памяти Рогачева, Брянский деликатес, Русский сувенир – с вегетацией 85-95 дней, практически, не реагировали на формы азотных удобрений. Стабилизированный карбамид ЮТЕК (с ингибитором уреазы: НБТФТ – (n-бутил)тиофосфорный триамид) увеличивал продуктивность и урожайность среднеспелых сортов: Голубизна, Диво, Колобок, Накра, и среднепоздних: Лорх, Малиновка, Никулинский, Брянский надежный, с периодом активной вегетации 105-115 дней – на 2,5-4,4 т/га (5,5-11,1%) в зависимости от предшественника (рапс/ вико-овёс) по сравнению с показателями, полученными от традиционной формы карбамида. Подкормка среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля ингибированным карбамидом ЮТЕК, увеличила выход крахмала с единицы площади на 30-60% по сравнению с сортами ранней и среднеранней групп спелости картофеля на фоне традиционных удобрений [7].

Широко известны сведения о том, что картофель может расти на кислых почвах, однако для формирования надземной биомассы ему требуется много кальция и магния, а оптимальная pH для него 5,5-6,0 [2, 10, 11]. Длительное использование физиологически кислых азотных удобрений негативно влияет как на плодородие почв, так и продуктивность картофеля. Альтернативный вариант – физиологически нейтральное азотно-известняковое удобрение (УАИ) – 27% азота, 6% CaO, 4% MgO, наряду с обеспечением растений необходимым азотом, дополнительно снабжает растения Са и Mg, что особенно важно для картофеля, капусты, лука и других овощных. УАИ формирует оптимальные физико-химические условия в корнеобитаемом слое, что препятствует избыточному накоплению нитратов в растениях [6].

Внесением удобрений в один прием и в один слой почвы не всегда можно добиться полного раскрытия потенциала сортов картофеля. Высокая эффективность дробного внесения азотных удобрений получена в полевом опыте с прикорневой подкормкой тремя формами азотных удобрений:

аммиачной селитрой, традиционным карбамидом и ингибированным карбамидом ЮТЕК [8]. Было установлено, что наибольшая прибавка урожайности (16,8 т/га или 40,3%) и высокая товарность (80,7%) картофеля получены при подкормке Карбамидом ЮТЕК в дозе N<sub>90</sub> по д.в.

Периодичность потребления питательных веществ растениями является теоретическим обоснованием дробного внесения удобрений – в разные сроки и в разные слои почвы [1, 2, 9]. Дозы легкорастворимых минеральных удобрений, достаточные для критического периода питания, будут малы для периода максимального потребления питательных веществ [17, 19]. И наоборот, большая доза, внесенная за один приём, вредна для первого (критического) периода, когда молодые корешки растений (это особенно актуально для картофеля) чувствительны к высокой концентрации питательных веществ, и для микробиома почвы, что доказали в своих исследованиях Hauck R.D. (1984), Montgomery D.R. and Bikié A. (2021) [18, 19]. Вот почему правильная система питания культур предусматривает сочетание основного (вразброс, с заделкой на глубину 18-25 см), локального удобрения (на глубину 8-10 см) и подкормок в период роста и развития растений (на глубину 10-15 см).

**Цель исследования:** оценка агрономической эффективности прикорневых подкормок различными формами азотных удобрений, таких как аммиачная селитра, карбамид, карбамид ЮТЕК и удобрение азотно-известняковое, при выращивании сортов продовольственного картофеля на фоне средних доз NPK-удобрений (N<sub>40-56</sub>P<sub>56-104</sub>K<sub>92-104</sub>) на дерново-подзолистой почве.

#### Материалы и методы

В 2020-2022 годах проводили краткосрочные полевые опыты с подкормками различными формами азотных удобрений в период смыкания растений в рядках (высота растений 10-15 см – начало бутонизации) сортов картофеля: Удача, Жуковский ранний, Метеор (ранние) и Фаворит, Гранд (среднеспелые), в двух полевых опытах на полях ЭБ «Коренево» Люберецкого района Московской области. Почва – дерново-подзолистая супесчаная, со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: рНKCl – 4,4-4,9; Нг – 3,65-3,97 мг-экв/100 г почвы; S – 1,87-2,20 мг-экв/100 г почвы, V – 32,6-37,0%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 355-376 и K<sub>2</sub>O – 91-107 мг/кг, гумус – 1,8-1,9%. Метеоусловия в годы исследований значительно различались: вегетационный период 2020 года был влажным (ГТК=2,35), 2021 год – слабозасушливый (ГТК=1,1) и 2022 год – засушливый (ГТК=0,93).

Посадку картофеля проводили клоновой сажалкой КСКН-4. Площадь каждого варианта 900 м<sup>2</sup> на сортах Удача, Фаворит, 2020 год и 36 м<sup>2</sup> на сортах Жуковский ранний, Метеор, Гранд, 2020-2022 годы. Тестирование форм азотных удобрений в качестве прикорневой подкормки проводили по схеме: Фон N<sub>40-56</sub>P<sub>56-104</sub>K<sub>92-104</sub>: 10-26-26 (400 кг/га по физ. массе) или 14-14-23 (400 кг/га по физ. массе) в гребни перед посадкой; Фон + подкормка N100: аммиачная селитра (300 кг/га по физ. массе); Фон + подкормка N<sub>100</sub>: карбамид ЮТЕК (220 кг/га по физ. массе); Фон + подкормка N<sub>100</sub>: УАИ (370 кг/га по физ. массе). При постановке и проведении полевых и лабораторных исследований пользовались общепринятыми методиками и ГОСТами. Статистическая обработка результатов проведена методом дисперсионного анализа на ПЭВМ с использованием приложения AgSTAT.

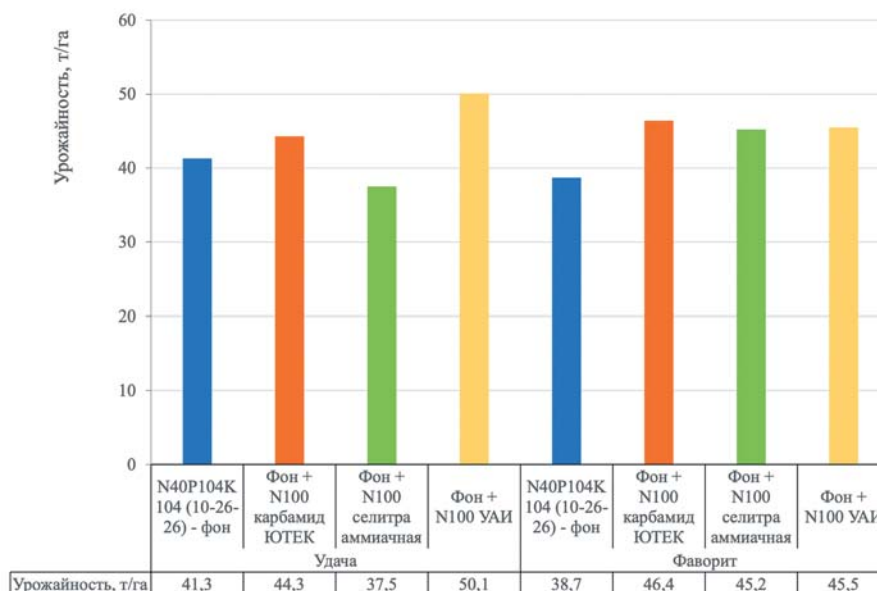


Рис. 1. Урожайность картофеля в зависимости от форм азотных удобрений, 2020 г.  
 Fig. 1. Potato yield depending on the forms of nitrogen fertilizers, 2020.

### Результаты и обсуждение

Прикорневая подкормка различными формами азотных удобрений в начале вегетации растений оказала существенное влияние на повышение урожайности сортов картофеля (рис. 1).

Основной эффект от «медленного» азота, образующегося при внесении карбамида ЮТЕК, наиболее ярко проявлялся на среднеспелых сортах картофеля с длительным периодом роста и развития растений (110-120 дней). Прибавка урожайности на испытываемых сортах картофеля составила: от карбамида ЮТЕК, обработанного ингибитором уреазы, на сорте Удача 3,0 т/га (7,3%), а на сорте Фаворит значительно больше – 7,7 т/га (19,9%).

Высокая прибавка получена также от подкормки удобрением азотно-известняковым (УАИ) – 8,8 т/га (21,3%) на сорте Удача и 6,8 т/га (17,6%) на сорте Фаворит.

А вот от подкормки аммиачной селитрой на раннем сорте Удача получен отрицательный результат – минус 3,8 т/га (-9,3%), тогда как на среднеспелом сорте Фаворит прибавка урожайности составила 6,5 т/га (16,8%). Это можно объяснить тем, что подкормка селитрой способствовала мощному развитию ботвы на сорте Удача в ущерб урожаю клубней, в почве с «кислой» реакцией среды 4,4-4,9 ед. рН.

На рисунке 2 видно, что замена аммиачной селитры на карбамид ЮТЕК и УАИ оказала положительное влияние на продуктивность сортов картофеля. В вариантах с внесением карбамида ЮТЕК в дозе N<sub>100</sub> на N<sub>56</sub>P<sub>56</sub>K<sub>92</sub>-фоне (нитроаммофоска с соотношением 14-14-23) получены следующие прибавки урожайности на ранних сортах: на Жуковском 3,0 т/га (8,4%) и Метеоре 2,0 т/га (6,0%) к варианту с подкормкой аммиачной селитрой.

В вариантах с внесением удобрения азотно-известнякового (УАИ) N<sub>100</sub> на N<sub>56</sub>P<sub>56</sub>K<sub>92</sub>-фоне получены максимальные прибавки урожайности: на Жуковском раннем – 4,6 т/га (или 12,8%), Метеоре – 3,2 т/га (или 9,7%), Гранд – 2,1 т/га (или 6,8%) к варианту с подкормкой аммиачной селитрой. Такая высокая эффективность УАИ объясняется присутствием в гранулах удобрения помимо азота, кальция и магния, по которым наблюдался дефицит в почве с рН 4,4-4,9.

Подкормки карбамидом ЮТЕК и УАИ взамен аммиачной селитры повлияли на формирование массы и количества клубней: на сорте Жуковский ранний повысилась доля крупных клубней (> 60 мм) на 2-8%; на сорте Метеор повысилась доля средней фракции (30-60 мм) на 2-6%; на среднеспелом сорте Гранд – не проявилось.

При проведении азотных подкормок, среднеспелые сорта следует убирать в более поздние сроки, т.к. при одновре-

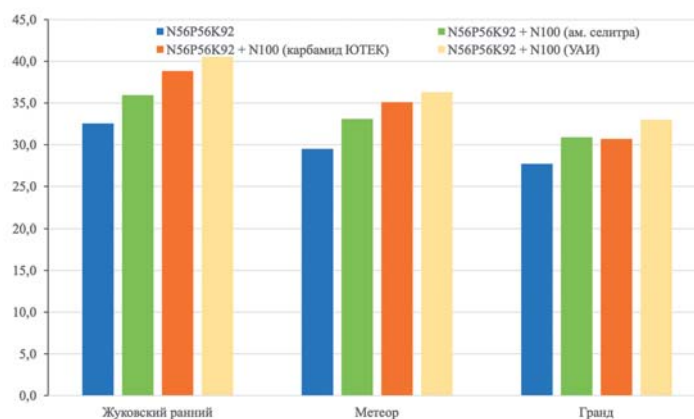


Рис. 2. Урожайность (т/га) сортов картофеля: Жуковский ранний (среднее за 2020-2021 годы), Метеор – суперранний (2022 год) и Гранд – среднеспелый (2022 год), в зависимости от подкормок азотными удобрениями  
 Fig. 2. Yield (t/ha) of potato varieties: Zhukovsky ranniy (average for 2020-2021), Meteor - super early (2022) and Grand - mid-season (2022), depending on nitrogen fertilizer application

Таблица 1. Биохимические показатели качества клубней картофеля в зависимости от подкормок азотными удобрениями  
Table 1. Biochemical indicators of potato tubers quality depending on nitrogen fertilizer application

№ п/п	Варианты	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней
<b>Сорт Жуковский ранний, 2020-2021 годы</b>					
1	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub>	16,1	10,9	18,1	210
2	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (ам. селитра)	16,3	11,1	18,5	187
3	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (карбамид ЮТЕК)	15,0	9,9	18,2	190
4	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (УАИ)	15,7	10,5	18,1	194
<b>Сорт Метеор, 2022 год</b>					
1	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub>	20,5	14,7	18,0	146
2	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (ам. селитра)	20,9	15,1	18,0	130
3	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (карбамид ЮТЕК)	21,1	15,3	21,8	128
4	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (УАИ)	21,4	15,6	18,0	76
<b>Сорт Гранд, 2022 год</b>					
1	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub>	21,7	15,9	15,3	156
2	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (ам. селитра)	22,3	16,5	13,8	150
3	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (карбамид ЮТЕК)	23,0	17,3	18,4	147
4	N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (УАИ)	22,8	17,0	18,2	136
	НСР <sub>05</sub>	1,3	0,9	1,5	18

менной уборке с раннеспелыми, они в силу своих биологических особенностей по фракционному составу клубней будут уступать первенство. Поэтому в нашем опыте при уборке всех сортов картофеля в один срок, на среднеспелом сорте Гранд доля продовольственных клубней была минимальной, а доля не стандарта оставалась достаточно высокой (8,6%). В вариантах с внесением удобрения азотно-известкового (УАИ) N<sub>100</sub> на фоне нитроаммофоски с соотношением 14-14-23 наиболее вызревшим был суперранний сорт Метеор – с максимальной долей клубней крупной фракции 33% (max), средней фракции – 65 %, мелкой 2 %, а менее вызревшим среднеспелый сорт Гранд.

Прикорневые азотные подкормки способствовали существенному увеличению урожайности и товарности картофеля, при этом «ростового разбавления» фитонутриентов в продукции не отмечено, а в варианте с применением УАИ на сорте Метеор наблюдалось повышение содержания сухого вещества и крахмала (табл. 1).

В вариантах с прикорневыми азотными подкормками повышался выход питательно ценных компонентов с одного гектара посадок: на среднеспелом сорте Гранд получен максимальный сбор крахмала (59 ц/га) в варианте с комплексным минеральным питанием [N<sub>56</sub>P<sub>56</sub>K<sub>92</sub> + N<sub>100</sub> (УАИ)], что на 49% выше контроля (N<sub>56</sub>P<sub>56</sub>K<sub>92</sub>).

Основное внесение удобрений в почву весной (400 кг/га по физ. массе нитроаммофоска 14:14:23 или N<sub>56</sub>P<sub>56</sub>K<sub>92</sub> по д.в.) и проведение азотных подкормок при окуливании рядков способствовало повышению содержания нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>), обменных кальция и магния в пахотном слое почвы, при одновременном снижении «зафосфаченности» (табл. 2). Минимальное содержание доступной формы азота (N-NO<sub>3</sub>) наблюдалось в фоновом варианте (N<sub>56</sub>P<sub>56</sub>K<sub>92</sub>), повышаясь до среднего уровня обеспеченности этим элементом (15,3-16,7 мг/кг почвы) во всех вариантах с азотными подкормками в дозе N<sub>100</sub>.

Таблица 2. Агрохимические показатели дерново-подзолистой супесчаной почвы в зависимости от применения удобрений, среднее за 2020-2021 годы  
Table 2. Agrochemical indicators of sod-podzolic sandy loam soil depending on the use of fertilizers, average 2020-2021

Вариант опыта	рНКСI	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
		мг/кг почвы				
1. N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub>	4,41	13,5	459	147	494	125
2. N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (ам. селитра)	4,53	15,3	423	155	499	125
3. N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (карбамид ЮТЕК)	4,55	16,7	432	161	519	121
4. N <sub>56</sub> P <sub>56</sub> K <sub>92</sub> + N <sub>100</sub> (УАИ)	4,76	16,0	424	159	590	146
НСР <sub>05</sub>	0,14	2,3	26	12	43	19

## Заключение

1. Система минерального питания продовольственного картофеля, на основе сочетания комплексных NPK-удобрений в средних дозах ( $N_{40-56}P_{56-104}K_{92-104}$ ) перед посадкой с проведением азотных подкормок ( $N_{100}$ ) в начальный период вегетации показала высокую эффективность и стабильность в разные по климатическим условиям годы (2020-2022 годы). При выращивании отечественных сортов картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве прибавки урожайности от азотных подкормок в дозе  $N_{100}$  составили: для ранних (Удача, Метеор, Жуковский ранний) 3,0-8,8 т/га или 7-25%, среднепоздних сортов (Гранд, Фаворит) – 3,0-7,7 т/га или 11-20% к минеральному фону, что стало достижимо при соблюдении следующих агротехнических правил: строгое соблюдение технологии использования азотных удобрений с учетом доз, форм, сроков и способов их внесения.

2. Оптимизация азотного питания в процессе всей вегетации, при которой необходимо учитывать прямое действие удобрений как источника питания растений этим элементом и косвенное, связанное с мобилизацией дополнительного «экстраазота» вследствие активизации процессов минерализации органического вещества почвы. Это имеет важное

значение, так как к количеству минерального азота почвы и азота минерального удобрения добавляется «экстраазот», поэтому может создаваться избыток этого элемента в почве, приводящий к «жированию» ботвы, ухудшению качества продукции, загрязнению природных вод нитратами.

3. При возделывании картофеля, особенно его средне-спелых и среднепоздних сортов с высоким содержанием крахмала – наиболее востребованных на промышленную переработку, желательна проведение подкормок новыми формами минеральных удобрений с пролонгированным переходом питательных веществ в почвенный раствор. Использование различных видов капсулированных азотных удобрений (в т.ч. ингибированного карбамида ЮТЕК) позволяет повысить коэффициент продуктивного использования азота и снизить его потери в окружающую среду.

4. В севооборотах с картофелем на кислых почвах дерново-подзолистого типа при систематическом применении азотных удобрений необходимо проведение периодического известкования; или ежегодное использование в качестве альтернативы известкованию – кальций-, магнийсодержащих удобрений, например, УАИ (удобрение азотно-известняковое).

## Литература

- Альсмик П.И., Амбросов А.Л., Вечер П.С. Физиология картофеля. М.: Колосс, 1979. 272 с.
- Harris P.M. The Potato Crop. Springer-Science + Business Media, B.V. 1978. pp. 196-217. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7210-1>
- Воробьев В. Агротехническая эффективность систем удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых почвах. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2016;(1):37-36. <https://elibrary.ru/vljqzr>
- Свечников А.К., Измествьев В.М., Соколова Е.А. Азотные удобрения и продуктивность кормовых севооборотов. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018;63(2):69-73. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.69-73> <https://elibrary.ru/xmfyjf>
- Волкова А.В. Рынок минеральных удобрений. Обзор. Национальный исследовательский университет. Высшая школа экономики. 2019. 52 с.
- Гребеникова Т.В., Визирская М.М., Жевора С.В., Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Влияние комплексных минеральных удобрений в сочетании с азотными подкормками на урожайность сортов картофеля. *Путь науки*. 2023;2(108):14-23. <https://elibrary.ru/ewpaxc>
- Жевора С.В. Реакция сортов картофеля на введение в систему минерального питания стабилизированного карбамида УТЕС46. *Плодородие*. 2021;(3):76-80. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.14> <https://elibrary.ru/qwfats>
- Сычев В.Г., Аканова Н.И., Визирская М.М. Эффективность применения карбамида с ингибитором уреазы на картофеле. *Овощи России*. 2019;(3):104-108. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-104-108> <https://elibrary.ru/xdkavy>
- Прянишников Д.Н. Избранные сочинения. М. 1955. Т. 4. С. 66
- Турко С.А. Настольная книга картофелевода. Минск: РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». 2007. 165 с.
- Федотова Л.С., Зеленов Н.А. Удобрение как фактор высокой продуктивности и качества картофеля. М.: Изд-во «С\_Принт», 2007. 172 с.
- Завалин А.А., Накаряков А.М. Эффективность применения биомодифицированных азотных удобрений под озимую пшеницу. *Агротехнический вестник*. 2021;(1):33-37. <https://doi.org/10.24411/1029-2551-2021-1-006> <https://elibrary.ru/rzvfprj>
- Мухина М.Т., Боровик Р.А., Коршунов А.А. Удобрения пролонгированного действия: основные этапы и направления развития. *Плодородие*. 2021;(4):77-82. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.121.23> <https://elibrary.ru/vpeerz>
- Маннхайм Т., Бергер Н. Удобрение культур стабилизированными азотными удобрениями. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2015;(3):28-30. <https://elibrary.ru/rxsjdo>
- Khan I., Zaman M., Khan M.J., Iqbal M., Babar M.N. How to improve yield and quality of potatoes: effects of two rates of urea N, urease inhibitor and Cytozyme nutritional program. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2014;14(2):268-276. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162014005000022>
- Завалин А.А., Свиридова Л.А. Пути повышения эффективности использования карбамида. *Агротехника*. 2024;(11):3-11. <https://doi.org/10.31857/S0002188124110017> <https://elibrary.ru/ainvtu>
- Федотова Л.С., Тимошина Н.А. Нитраты в картофеле как показатель минерального питания и зрелости продукции. Достижения науки и техники АПК. 2004;(8):11-13.
- Hauck R.D. Significance of nitrogen fertilizer microsite reactions in soil. Nitrogen in Crop Production. Madison. WI: ASA. 1984. pp. 507-533. <https://doi.org/10.2134/1990.nitrogenincropproduction.c33>
- Montgomery D.R. and Bicklé A. Soil Health and Nutrient Density: Beyond Organic vs. Conventional Farming. *Front. Sustain. Food Syst.*

2021;(5):699147. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.699147>

• **References**

1. Al'smik P.I., Ambrosov A.L., Vecher P.S. Potato physiology. Moscow: Kolos; 1979. 272 p. (in Russ.)
2. Harris P.M. The Potato Crop. Springer-Science + Business Media, B.V. 1978. pp. 196-217.
3. Vorob'ev V. Agronomic efficiency of fertilizer systems in crop rotations on sod-podzolic soils. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*. 2016;(1):37-36. <https://elibrary.ru/vljqzr> (in Russ.)
4. Svechnikov A.K., Izmet'sev V.M., Sokolova E.A. Nitrogen fertilizers and productivity of fodder crop rotations. *Agricultural science Euro-North-East*. 2018;63(2):69-73. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.63.2.69-73> <https://elibrary.ru/xmfyjf> (in Russ.)
5. Volkova A.V. Mineral Fertilizer Market. Review. National Research University. Higher School of Economics. 2019. 52 p. (in Russ.)
6. Grebennikova T.V., Vizirskaya M.M., Zhevora S.V., Fedotova L.S., Timoshina N.A., Knyazeva E.V. The effect of complex mineral fertilizers combined with nitrogen fertilizers on the yield of potato varieties. *The Way of Science*. 2023;2(108):14-23. <https://elibrary.ru/ewpaxc> (in Russ.)
7. Zhevora S.V. The reaction of potato varieties to the introduction of stabilized UTEC46 carbamide into the mineral nutrition system. *Plodorodie*. 2021;(3):76-80. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.120.14> <https://elibrary.ru/qwfats> (in Russ.)
8. Sychev V.G., Akanova N.I., Vizirskaya M.M. Effectiveness of urea with urease inhibitor – UTEC to the potato. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):104-108. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-104-108> <https://elibrary.ru/xdkavy>
9. Pryanishnikov D.N. Selected works. Moscow. 1955. Vol. 4. pp. 66. (in Russ.)

10. Turko S.A. Potato Grower's Table Book. Minsk, 2007. 165 p. (in Russ.)
11. Fedotova L.S., Zelenov N.A. Fertilizer as a factor of high productivity and quality of potatoes. M., 2007. 172 p. (in Russ.)
12. Zavalin A.A., Nakaryakov A.M. Efficiency of application of biomodified nitrogen fertilizers for winter wheat. *Agrochemical herald*. 2021;(1):33-37. <https://doi.org/10.24411/1029-2551-2021-1-006> <https://elibrary.ru/rzvfj> (in Russ.)
13. Mukhina M.T., Borovik R.A., Korshunov A.A. Long-acting fertilizers: main stages and directions of development. *Plodorodie*. 2021;(4):77-82. <https://doi.org/10.25680/S19948603.2021.121.23> <https://elibrary.ru/vpeerz> (in Russ.)
14. Mannkhaim T., Berger N. Fertilization of crops with stabilized nitrogen fertilizers. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*. 2015;(3):28-30. <https://elibrary.ru/rxsjdo> (in Russ.)
15. Khan I., Zaman M., Khan M.J., Iqbal M., Babar M.N. How to improve yield and quality of potatoes: effects of two rates of urea N, urease inhibitor and Cytozyme nutritional program. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2014;14(2):268-276. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162014005000022>
16. Zavalin A.A., Sviridova L.A. Ways to increase the efficiency of carbamide use. *Agrokhimiya*. 024;(11):3-11. <https://doi.org/10.31857/S0002188124110017> <https://elibrary.ru/ainvtu> (in Russ.)
17. Fedotova L.S., Timoshina N.A. Nitrates in potatoes as an indicator of mineral nutrition and product maturity. *Achievements of science and technology in the agro-industrial complex*. 2004;(8):11-13. (in Russ.)
18. Hauck R.D. Significance of nitrogen fertilizer microsite reactions in soil. Nitrogen in Crop Production. Madison. WI: ASA. 1984. pp. 507-533. <https://doi.org/10.2134/1990.nitrogenincropproduction.c33>
19. Montgomery D.R. and Biklé A. Soil Health and Nutrient Density: Beyond Organic vs. Conventional Farming. *Front. Sustain. Food Syst*. 2021;(5):699147. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.699147>

**Об авторах:**

**Людмила Сергеевна Федотова** – доктор с.-х. наук, профессор, главный научный сотрудник отдела агротехнологий, <https://orcid.org/0000-0001-5358-4992>, SPIN-код: 2345-5964, автор для переписки, [ldfedotova@gmail.com](mailto:ldfedotova@gmail.com)

**Наталья Александровна Тимошина** – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела агротехнологий, <https://orcid.org/0000-0002-5204-7922>, SPIN-код: 7297-4140, [n-timoshina-1@yandex.ru](mailto:n-timoshina-1@yandex.ru)

**Елена Валерьевна Князева** – старший научный сотрудник отдела агротехнологий, <https://orcid.org/0000-0001-7336-222X>, SPIN-код: 9417-2265, [elenak-73@rambler.ru](mailto:elenak-73@rambler.ru)

**Илья Александрович Арсентьев** – младший научный сотрудник отдела агротехнологий, <https://orcid.org/0009-0002-3243-253X>, SPIN-код: 4645-2733, [ilya.arsentev29@gmail.com](mailto:ilya.arsentev29@gmail.com)

**About the Authors:**

**Lyudmila S. Fedotova** – Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Chief Researcher, Agrotechnology Department, <https://orcid.org/0000-0001-5358-4992>, SPIN-code: 2345-5964, Corresponding Author, [ldfedotova@gmail.com](mailto:ldfedotova@gmail.com)

**Natalia A. Timoshina** – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Agrotechnology Department, <https://orcid.org/0000-0002-5204-7922>, SPIN-code: 7297-4140, [n-timoshina-1@yandex.ru](mailto:n-timoshina-1@yandex.ru)

**Elena V. Knyazeva** – Senior Researcher, Department of Agricultural Technologies, <https://orcid.org/0000-0001-7336-222X>, SPIN-code: 9417-2265, [elenak-73@rambler.ru](mailto:elenak-73@rambler.ru)

**Ilya A. Arsentev** – Junior Researcher, Department of Agricultural Technologies, <https://orcid.org/0009-0002-3243-253X>, SPIN-code: 4645-2733, [ilya.arsentev29@gmail.com](mailto:ilya.arsentev29@gmail.com)