

# Совершенствование технологии производства картофеля путем оптимизации применения минеральных азотных удобрений

Improvement of potato production technology by optimizing the use of mineral nitrogen fertilizers

Петров А.Ф.

Аннотация

Цель исследований: совершенствование эффективных приемов увеличения производства картофеля в условиях лесостепной зоны Западной Сибири путем оптимизации применения различных форм азотных удобрений. Исследования проводили в 2018–2020 годах на полях учебно-опытного хозяйства «Сад Мичуринцев» Новосибирского ГАУ, расположенного в северной лесостепи Приобья, относящейся к Западно-Сибирскому региону лесостепной зоны РФ. В работе использовали сорта картофеля: раннеспелый – Любава, среднеранний – Кузнечанка и среднеспелый – Тулеевский, на которых изучали действие двух форм минеральных азотных удобрений: жидких – КАС-32 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3 - (\text{NH}_2) 2\text{CO} - \text{H}_2\text{O}$ ) и твердых – аммиачной селитры ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) с тремя дозами внесения 60, 90 и 120 кг д.в. на 1 га. Контроль – вариант без применения удобрений. Установлено, что азотные удобрения положительно влияют на формирование всех элементов структуры урожая. По отношению к контрольному варианту отмечается прибавка на 95% по средней массе клубней с одного растения, а также увеличение их выхода на 2–3 шт. с одного куста, что в итоге положительно сказывается на средней массе клубней и их фракционном составе. При этом наиболее оптимальны средние дозы КАС-32. Также было установлено, что в среднем от условий года зависимость урожайности составляла до 31% и более, от сорта – до 25% и до 100% от применения азотных удобрений. При этом наиболее оптимальными были средние дозы КАС-32, что в среднем на 10–15% выше аналогичных вариантов с аммиачной селитрой. Применение азотных удобрений способствовало формированию средней прибавки урожайности по отношению к контролю на 10,9–18,6 т/га по сорту Любава, 10,8–21,6 т/га – по сорту Кузнечанка и 11,7–26,8 т/га – по сорту Тулеевский. При этом наиболее высокие значения этого показателя отмечены на средних и максимальных дозах применения КАС-32.

**Ключевые слова:** картофель, сорта, азотные удобрения, аммиачная селитра, КАС-32, урожайность, качество продукции.

**Для цитирования:** Петров А.Ф. Совершенствование технологии производства картофеля путем оптимизации применения минеральных азотных удобрений // Картофель и овощи. 2022. №5. С. 30–33. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.32.65.005>

Для климатических особенностей Сибири характерны поздние и даже возвратные весенние и ранние осенние заморозки, которые сильно влияют на рост и развитие картофеля, не позволяя ему в полной мере реализовать свой биологический потенциал [1, 2]. На современном этапе с. – х. производства большое внимание уделяется оптимальному подбору

сортов и совершенствованию технологии возделывания картофеля [2–4].

Цель исследований: совершенствование эффективных приемов увеличения производства картофеля в условиях лесостепной зоны Западной Сибири путем оптимизации применения различных форм азотных удобрений.

Petrov A.F.

Abstract

The purpose of the research is to improve effective methods of increasing potato production in the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia, by optimizing the use of various forms of nitrogen fertilizers. The research was carried out in 2018–2020 in the fields of the educational and experimental farm Michurintsev Garden of the Novosibirsk State Agrarian University, located in the northern forest-steppe of the Ob region, belonging to the West Siberian region of the forest-steppe zone of the Russian Federation. The potato varieties used in the work were: early-ripening – Lubava, middle-early – Kuznechanka and middle-ripe – Tuleyevsky, on which the effect of two forms of mineral nitrogen fertilizers was studied: liquid – UAN-32 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3 - (\text{NH}_2) 2\text{CO} - \text{H}_2\text{O}$ ) and solid – ammonium nitrate ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) with three doses of 60, 90 and 120 kg of a.s. per 1 ha. Control is an option without the use of fertilizers. It has been established that nitrogen fertilizers have a positive effect on the formation of all elements of the crop structure. In relation to the control variant, there is an increase of 95% in the average mass of tubers from one plant, as well as an increase in their yield by 2–3 pcs. from one bush, which ultimately has a positive effect on the average mass of tubers and their fractional composition. At the same time, the average doses of UAN-32 are the most optimal. It was also found that, on average, the yield dependence on the conditions of the year was up to 31% or more, from the variety – up to 25% and up to 100% from the use of nitrogen fertilizers. At the same time, the average doses of UAN-32 were the most optimal, which is on average 10–15% higher than similar options with ammonium nitrate. The use of nitrogen fertilizers contributed to the formation of an average increase in yield relative to the control by 10.9–18.6 t/ha for the Lubava variety, 10.8–21.6 t/ha for the Kuznechanka variety and 11.7–26.8 t/ha for the Tuleyevsky variety. At the same time, the maximum values of this indicator are noted at the average and maximum doses of UAN-32.

**Key words:** potatoes, varieties, nitrogen fertilizers, ammonium nitrate, UAN-32 (urea-ammonium nitrate mixture), yield, product quality.

**For citing:** Petrov A.F. Improvement of potato production technology by optimizing the use of mineral nitrogen fertilizers. Potato and vegetables. 2022. No5. Pp. 30–33. <https://doi.org/10.25630/PAV.2022.32.65.005> (In Russ.).

## Условия, материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2018–2020 годах на полях учебно-опытного хозяйства «Сад Мичуринцев» Новосибирского ГАУ, расположенного в северной лесостепи Приобья, относящейся к Западно-Сибирскому региону лесостепной зоны страны.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный тяжелосуг-

линистый. По содержанию гумуса в пахотном слое (5,6–5,8%) относится к среднеобеспеченному. Содержание нитратного азота ранней весной перед посадками картофеля в слое до 20 см низкое – 7,3–9,7 мг/кг, в слое почвы 20–40 см – 10,1–11,8 мг/кг. При этом почва (по Чирикову) хорошо обеспечена подвижными формами фосфора – 231–236 мг/кг, обменного калия – 236–246 мг/кг почвы. Сумма поглощенных оснований составляет 31,6–60,9 мг-экв. на 100 г почвы, pH близка к нейтральной – 6,4–7,1.

Повторность опытов четырехкратная, размещение делянок рендомизированное, площадь делянок – 50 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>. В работе использовали сорта картофеля: раннеспелый – Любава, среднеранний – Кузнечанка и среднеспелый – Тулеевский, на которых изучали действие двух форм минеральных азотных удобрений: жидких – КАС-32 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>–(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO–H<sub>2</sub>O) и твердых – аммиачной селитры (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) с тремя дозами внесения 60, 90 и 120 кг д.в. на 1 га. Контроль – вариант без применения удобрений.

Предварительно перед посадкой производили обработку клубней препаратом Престиж, 1,0 л/т клубней. Фоновые и основные твердые минеральные удобрения вносили вразброс, а жидкие – опрыскивателем перед нарезанием борозд. Клубни высаживали в предварительно нарезанные борозды, по схеме 70×35 см. Уход за посевом включал междурядные обработки и окучивание растений. Убирали картофель на учетных делянках вручную при естественном увядании ботвы более 70%.

Работу вели согласно существующим общепринятым методикам. Запасы продуктивной влаги (в слое до 1 м по горизонту через 10 см) определяли термостатно-весовым методом по Б.А. Доспехову весной, в течение вегетации и перед уборкой [5]. Температуру почвы замеряли цифровыми почвенными логгерами «TR-2L (DS1922L-F5)» на глубине от 5 до 30 см в режиме реального времени. Фенологические наблюдения за ростом и развитием картофеля проводили с использованием методики полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве. Сухое вещество в анализируемом материале определяем весовым методом по ГОСТ 27548–97. Содержание нитратов в клубнях определяли ионометрическим методом [6]. Химический анализ плодов и клубней проводили в физико-химической ла-

боратории ФГБОУ ВО Новосибирского ГАУ по общепринятым методикам согласно ГОСТ. Химический состав почвы определяли в лаборатории ЦАС «Новосибирский» согласно общепринятым методикам. Основные параметры сопутствующих учетов и наблюдений обрабатывали методом дисперсионного анализа на ПК с использованием программы SNEDEKOR.

Агроклиматические условия 2018–2020 годов в целом были подходящими для роста и развития картофеля. Наименее благоприятным был 2018 год, когда аномально холодная и влажная весна, а также погодные условия июля и августа отрицательно сказались на росте и развитии культуры. Оптимальным для роста и развития картофеля был 2019 год, когда теплая и умеренно влажная погода в весенний период положительно сказалась на всходах, которые по всем вариантам появились уже на 12–15 сутки. Оптимальная погода июня способствовала хорошему приросту вегетативных органов, вследствие чего фаза бутонизации наступила уже в третьей декаде июня, а фаза цветения – в первой декаде. Теплый и относительно сухой июль и август позволили культуре максимально быстро отцвести и сформировать достаточное количество пластических веществ к моменту наступления фазы естественного увядания. Благоприятные погодные условия года позволили сортам в полной мере реализовать свой потенциал в максимально короткий период. 2020 год был относительно благоприятным для роста и развития картофеля. Теплая и относительно сухая погода мая способствовала дружным всходам по всем вариантам опыта. Жаркий сухой июнь, июль и аномально теплый август существенно повлияли на рост и развитие растений картофеля и, как следствие, на его урожай.

#### Результаты исследований

Рост и развитие картофеля, как и любой другой с.-х. культуры, – один из основополагающих показателей его жизнедеятельности, причем любые изменения в этом процессе приводят к необратимым последствиям в урожайности и качестве продукции, поэтому этому вопросу уделяют особое внимание.

Степени интенсивности роста и развития выбранных сортов картофеля имели существенные различия, характерные каждому из них, но

в пределах значений, присущих тому или иному сорту (табл. 1).

Кроме того, установлена прямая зависимость изменения вегетационного периода от природно-климатических факторов, а также применены различные дозы и форм азотных удобрений.

Рост и развитие растений картофеля во многом зависели от условий конкретного года. Так, по сортам Любава, Кузнечанка и Тулеевский вегетационный период составил 65–67, 79–81 и 96–98 суток соответственно.

Минеральные азотные удобрения оказывают большое влияние на рост и развитие картофеля, что в итоге также отражается на продолжительности вегетационного периода. Применение минерального азота на картофеле активизирует и ускоряет процессы, происходящие на начальных этапах онтогенеза, что положительно сказывается на всходах, которые в среднем по годам появлялись на 1–2 суток раньше контрольных вариантов. Все последующие фазы развития происходили более активно, с заметным приростом вегетативной и генеративной массы, но с увеличением их продолжительности на 1–3 дня, что в итоге сказывалось на общем периоде вегетации, увеличение которого по отдельным вариантам достигало 20 суток. Применение КАС-32, особенно его повышенных доз, также имело разность в среднем до 3–5 суток по сравнению с контрольным вариантом.

Установлено, что все биометрические показатели картофеля во многом зависели от условий года и особенно от влажности и температуры. Оптимальным в этом отношении был 2019 год, когда отмечалось максимальное увеличение всех биометрических показателей (до 20% и более). Высота растений в 2019 году была максимальной, но в пределах генетических особенностей, присущих сорту. Кроме того, наблюдалось увеличение количества стеблей на 5–10% по сравнению с другими годами исследований.

Азот – основа вегетативной массы растений. Применение минеральных азотных удобрений существенно влияет на биометрические показатели растений картофеля. В наших исследованиях средняя высота растений на контроле в зависимости от сорта колебалась от 32,1 до 48,9 см, а при применении удобрений возрастала до 54,2–69,4 см. Наибольшая высота растений во всем сортам была зафиксирована в вариантах с применением

КАС-32, где общее число стеблей увеличилось до 20%.

Технология производства картофеля – сложный многоуровневый процесс, требующий больших финансовых и физических затрат. Его итог – общая продуктивность и выход товарной продукции. Структура урожая картофеля, а также ее фракционный состав существенно зависят от природно-климатических условий года, питания и непосредственно самого сорта. Так, в среднем погодные условия года более чем на 45–50% влияли на структурные показатели и урожайность картофеля.

Применение азотных удобрений благоприятно сказывалось на всех структурных показателях картофеля, особенно при малых и средних дозах внесения (табл. 1).

Так, применение азотных удобрений по отношению к контролю на 95% и более увеличивало массу клубней с одного растения и на 2–3 клубня с одного куста, что в итоге влияло на средней массе клубней, фракционном составе и урожайности культуры в целом. Увеличение дозы удобрений с  $N_{60}$  до  $N_{90}$  также положительно сказывалось на структуре урожая, способствуя росту этого показателя до 30%. Дальнейшее же увеличение

нормы внесения удобрений достоверной прибавки по структурным показателям не вызывало, обеспечивая лишь до 3% роста. Форма азотных удобрений также влияла на формирование всех структурных показателей урожайности. В среднем КАС-32 обеспечивал до 10% прибавки по основным элементам структуры.

Применение азотных удобрений способствовало формированию средней прибавки урожайности по отношению к контролю на 10,9–18,6 т/га по сорту Любава, 10,8–21,6 – по сорту Кузнечанка и 11,7–26,8 т/га – по сорту Тулеевский. При этом максимальные показатели получены на средних и высоких дозах КАС-32 (табл. 2).

Установлено, что применение минеральных азотных удобрений способствовало двукратному увеличению выхода крупной фракции картофеля. Достоверный рост товарных клубней отмечен на малых и средних дозах удобрений  $N_{60}$  и  $N_{90}$ , где в среднем по сортам эти показатели достигли 82 и 89% соответственно. Повышенные дозы удобрений  $N_{120}$  существенного эффекта не оказывали: в среднем показатели по выходу крупной фракции находились на уровне или ниже  $N_{90}$ .

Биохимический состав клубней картофеля больше зависел от условий года и потенциала сорта, чем от применяемых удобрений. В среднем по годам варианты с применением повышенных доз удобрений находились на уровне контроля, а по отдельным вариантам даже наблюдалось незначительное снижение основных показателей, что в итоге компенсировалось их сбором с 1 га. Наиболее высокие показатели по крахмалу, содержанию сухого вещества и витамина С отмечены у сорта Тулеевский – 17,3%; 22,97% и 25,1 мг/100 г соответственно. При этом сбор крахмала с 1 га составил до 6,8 т.

Как правило, повышенные нормы минеральных азотных удобрений приводят к увеличению содержания нитратов в клубнях картофеля, предельно допустимая концентрация которого составляет 250 мг/кг. Нами было установлено, что все варианты опыта были ниже этого показателя, что говорит о высоком качестве получаемой продукции.

**Выводы**

Применение минеральных азотных удобрений увеличивает периоды прохождения основных фаз онтогенеза растений, что в свою очередь

**Таблица 1. Продолжительность периода вегетации, биометрические показатели и продуктивность сортов картофеля в зависимости от дозы минеральных азотных удобрений, среднее за 2018–2020 годы**

Сорт	Вариант	Период вегетации, сут.	Высота растения, см	Число стеблей, шт.	Масса клубней с 1 раст., г	Число клубней с 1 раст., шт.
Любава	Контроль	61	38,1	4,9	254,2	7,9
	$NH_4NO_3$ – 60	65	49,8	5,5	496,4	10,6
	$NH_4NO_3$ – 90	67	52,9	5,8	604,6	11,2
	$NH_4NO_3$ – 120	73	53,7	6,2	626,3	11,9
	КАС – 60	70	51,8	6	534,6	12,1
	КАС – 90	75	54,4	6,3	687,2	12,4
	КАС – 120	75	59,6	6,2	692,1	11,6
Кузнечанка	Контроль	73	48,9	5,2	331,6	6,2
	$NH_4NO_3$ – 60	78	54,6	6,1	546,4	8,6
	$NH_4NO_3$ – 90	81	62,3	6,3	700,1	9,1
	$NH_4NO_3$ – 120	85	64,2	6,2	706,6	9,8
	КАС – 60	83	66,4	6	608,3	10,2
	КАС – 90	90	65,9	6,1	788,5	10,6
	КАС – 120	92	69,4	6,2	794,2	10,6
Тулеевский	Контроль	84	32,1	5,7	326,8	5,3
	$NH_4NO_3$ – 60	91	41,9	6,4	602,6	6,7
	$NH_4NO_3$ – 90	93	46,3	7,1	782,3	7,2
	$NH_4NO_3$ – 120	95	48,2	7,1	796,4	7,4
	КАС – 60	94	49,3	6,8	744,1	6,9
	КАС – 90	98	55,9	6,8	861,4	7,3
	КАС – 120	102	54,2	7,3	876,6	7,4
$HCP_{05}$	–	–	–	–	56,4	0,27

**Таблица 2. Урожайность и товарность сортов картофеля в зависимости от дозы минеральных азотных удобрений, среднее за 2018–2020 годы**

Сорт	Вариант	Урожайность		
		общая, т/га	прибавка к контролю, т/га	выход товарной продукции, %
Любава	Контроль	12,2	–	62,7
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –60	23,1	10,9	80,9
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –90	27,7	15,5	82
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –120	30	17,8	82,1
	КАС – 60	23,5	11,3	81,9
	КАС – 90	29,9	17,7	85,6
	КАС – 120	30,8	18,6	85,5
Кузнечанка	Контроль	15,5	–	59,9
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –60	26,3	10,8	84,3
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –90	31,6	16,1	85,5
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –120	32,6	17,1	85,9
	КАС – 60	26	10,5	84,3
	КАС – 90	35,9	20,4	89,8
	КАС – 120	37,1	21,6	88,2
Тулеевский	Контроль	15,7	–	66,7
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –60	27,4	11,7	87,4
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –90	35,1	19,4	88,1
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> –120	35,8	20,1	89,9
	КАС – 60	33,6	17,9	86,9
	КАС – 90	41,2	25,5	89,2
	КАС – 120	42,5	26,8	90,1
HCP <sub>05</sub>	–	–	2,31	0,43

стимулирует прирост вегетативной массы, из которой вследствие оттока пластических веществ идет формирование клубней.

Азотные удобрения положительно влияют на формирование всех элементов структуры урожая. По отношению к контрольному варианту отмечается прибавка на 95% по средней массе клубней с одного растения, а также увеличение выхода их на 2–3 шт. с одного куста, что в итоге положительно сказывается на средней массе клубней и их фракционном составе. При этом оптимальны средние дозы КАС-32.

Было установлено, что в среднем от условий года зависимость урожайности составляла до 31% и более, от сорта – до 25% и до 100% от применения азотных удобрений. При этом оптимальными были средние дозы КАС-32, что в среднем на 10–15% выше аналогичных вариантов с аммиачной селитрой.

Применение азотных удобрений способствовало средней прибавке урожайности на 10,9–18,6 т/га по сорту Любава, 10,8–21,6 т/га – по сорту Кузнечанка и 11,7–26,8 т/га – по сорту Тулеевский. При этом наиболее высокие значения этого показателя отмечены на средних и максимальных дозах применения КАС-32.

### Библиографический список

### References

1. Разработка биологизированной системы ускоренного семеноводства картофеля как фактора сохранения продуктивности и повышения безопасности получаемой продукции / А.Ф. Петров, Р.Р. Галеев, Ю.И. Коваль, В.П. Цветкова, М.С. Шульга, Н.В. Гаврилец, В.С. Масленникова, А.А. Шульга // Инновации и продовольственная безопасность. 2020. №1(27). С. 88–96.
2. Касимова Н.З., Мингалев С.К., Лаптев В.Р. Урожайность и качество клубней картофеля разных групп скороспелости в зависимости от приемов технологии выращивания в условиях Среднего Урала // Аграрный вестник Урала. 2010. №5. С. 41–44.
3. Гаврилец Н.В. Влияние применения регуляторов роста на урожайность и качество раннего картофеля // Инновации и продовольственная безопасность. 2015. №4(10). С. 45–48.
4. Мазур Т., Войтас А. Влияние азотного удобрения на динамику потребления азота и качество картофеля // Агрохимия. 1992. №5. С. 11–17.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2014. 350 с.
6. ГОСТ 13496.19-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024341>. Дата обращения: 11.03.22.

1. Development of a biologized system of accelerated potato seed production as a factor of preserving productivity and improving the safety of the products obtained. A.F. Petrov, R.R. Galeev, Yu.I. Koval', V.P. Tsvetkova, M.S. Shul'ga, N.V. Gavrillets, V.S. Maslennikova, A.A. Shul'ga. Innovations and food security. 2020. No1(27). Pp. 88–96 (In Russ.).
2. Kasimova N.Z., Mingalev S.K., Laptev V.R. Yield and quality of potato tubers of different groups of precocity depending on the techniques of cultivation technology in the conditions of the Middle Urals. Agrarian Bulletin of the Urals. 2010. No5. Pp. 41–44 (In Russ.).
3. Gavrillets N.V. The effect of the use of growth regulators on the yield and quality of early potatoes. Innovation and food security. 2015. No4(10). Pp. 45–48 (In Russ.).
4. Mazur T., Voitas A. The influence of nitrogen fertilizer on the dynamics of nitrogen consumption and potato quality. Agrochemistry. 1992. No5. Pp. 11–17 (In Russ.).
5. Dospekhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). Moscow. Al'yans. 2014. 350 p. (In Russ.).
6. GOST 13496.19-93. Feed, compound feed, compound feed raw materials. Methods for determining the content of nitrates and nitrites [Web resource] Access date: 11.03.22 (In Russ.).

### Об авторе

### Author details

Петров Андрей Федорович, канд. с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой растениеводства и кормопроизводства, Новосибирский государственный аграрный университет. E-mail: [Petrov190378@mail.ru](mailto:Petrov190378@mail.ru)

Petrov A.F., Cand. Sci. (Agr.), associate Professor, head of Department of Crop and Feed Production, Novosibirsk state agrarian University. E-mail: [Petrov190378@mail.ru](mailto:Petrov190378@mail.ru)