

Научная статья/Research Article

УДК 63:633.491: 631.452: 631.8

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-64-72

Ольга Анатольевна Власенко^{1✉}, Андрей Андреевич Чураков², Алена Андреевна Колесник³, Наталья Михайловна Попова⁴

^{1,2,3,4}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹ovlasenko07@mail.ru

²andchurakov@gmail.com

³airlexxx@mail.ru

⁴nmpopova@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В АГРОЧЕРНОЗОМАХ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ В КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Цель исследования – изучить динамику содержания элементов питания в агрочерноземах при возделывании ультрараннего сорта картофеля Колумба в Красноярской лесостепи. Почвенный покров участка исследования представлен комплексом агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных и агрочерноземов криогенно-мицелярных, средне- и тяжелосуглинистых разновидностей. Подготовка почвы к посадке включала внесение азотоски в дозе 60 кг д.в./га разбросным способом с последующей его заделкой фрезой. Предшественник – чистый черный пар. Отбор смешанных почвенных образцов производили из слоя почвы 0–20 см и 20–40 см в 6-кратной повторности по разным вариантам и фазам развития картофеля. Обеспеченность пахотного слоя агрочернозема нитратным азотом в течение вегетации резко снижалась с очень высокой (30,6–69,7 мг/кг) до средней и низкой (8,3–6,5 мг/кг), особенно на вариантах с пророщенными клубнями в фазу бутонизации и цветения. На контрольных вариантах в это же время была фаза роста стеблей и бутонизация, и обеспеченность нитратным азотом оставалась на повышенном уровне (13–14 мг/кг). Содержание аммонийного азота в агрочерноземах к началу июля также снижалось до среднего и низкого уровня обеспеченности (7,2–8,3 мг/кг), в это время на вариантах с пророщенными клубнями отмечалась фаза бутонизации и цветения, а на вариантах с непророщенными клубнями картофеля – фаза роста стеблей и бутонизации. На всех вариантах опыта обеспеченность обменным калием в течение вегетации опускалась с очень высокого (155–162 мг/кг) до высокого и повышенного уровня (133–93 мг/кг), обеспеченность подвижным фосфором во второй половине вегетации также снизилась с высокого (170,4 мг/кг) до повышенного уровня (136,3 мг/кг) на вариантах с пророщенными клубнями. Урожайность пророщенных клубней картофеля сорта Колумба после 50 дней вегетации составила 16,3 т/га, что в два раза выше, чем на контроле.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., нитратный азот, аммонийный азот, обменный калий, подвижный фосфор

Для цитирования: Содержание элементов питания в агрочерноземах при выращивании раннего картофеля в Красноярской лесостепи / О.А. Власенко [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 5. С. 64–72. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-64-72.

Благодарности: исследование выполнено в рамках комплексного научно-технического проекта «Развитие селекции и семеноводства сортов картофеля, адаптированных к условиям выращивания на территории Красноярского края и Восточной Сибири» (Паспорт № 44 С) по заказу ООО «СХП «Дары Малиновки».

Olga Anatolyevna Vlasenko^{1✉}, Andrey Andreevich Churakov², Alena Andreevna Kolesnik³,
Natalia Mikhailovna Popova⁴

^{1,2,3,4}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹ovlasenko07@mail.ru

²andchurakov@gmail.com

³airlexx@mail.ru

⁴nmpopova@yandex.ru

THE NUTRITION ELEMENTS CONTENT IN AGRICHERNOZEMS WHEN GROWING EARLY POTATO IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

The purpose of research is to study the dynamics of the content of nutrients in agrochernozems during the cultivation of the ultra-early potato variety Kolomba in the Krasnoyarsk forest-steppe. The soil cover of the study area is represented by a complex of agrochernozems of clay-illuvial typical and agrochernozems of cryogenic-micellar, medium- and heavy-loam varieties. Soil preparation for planting included the application of azofoska at a dose of 60 kg Al/ha by a broadcast method, followed by its incorporation with a milling cutter. The predecessor is pure black fallow. The selection of mixed soil samples was carried out from the soil layer of 0–20 cm and 20–40 cm in 6 repetitions according to different variants and phases of potato development. The provision of the arable layer of agrochernozem with nitrate nitrogen during the growing season sharply decreased from very high (30.6–69.7 mg/kg) to medium and low (8.3–6.5 mg/kg), especially in variants with germinated tubers in budding and flowering phase. In the control variants, at the same time, there was a phase of stem growth and budding, and the supply of nitrate nitrogen remained at an increased level (13–14 mg/kg). The content of ammonium nitrogen in agrochernozems by the beginning of July also decreased to an average and low level of availability (7.2–8.3 mg/kg), at this time, the budding and flowering phase was noted on the variants with germinated tubers, and on the variants with unsprouted potato tubers - the phase of stem growth and budding. In all variants of the experiment, the availability of exchangeable potassium during the growing season dropped from a very high (155–162 mg/kg) to a high and elevated level (133–93 mg/kg), the availability of mobile phosphorus in the second half of the growing season also decreased from a high (170, 4 mg/kg) to an increased level (136.3 mg/kg) on variants with germinated tubers. The yield of sprouted potato tubers of the Colomba variety after 50 days of vegetation was 16.3 t/ha, which is two times higher than in the control.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., nitrate nitrogen, ammonium nitrogen, exchangeable potassium, mobile phosphorus

For citation: The nutrition elements content in agrichernozems when growing early potato in the Krasnoyarsk forest-steppe / O.A. Vlasenko [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(5): 64–72. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-5-64-72.

Acknowledgments: the study has been carried out within the framework of a comprehensive scientific and technical project "Development of selection and seed production of potato varieties adapted to growing conditions in the Krasnoyarsk Region and Eastern Siberia" (Passport № 44 C) by order of LLC SHP Dary Malinovki.

Введение. Картофель является ценным продуктом питания, богат белками, витаминами и минеральными солями. Агротехнические мероприятия, обеспечивающие высокие урожаи картофеля, требуют создания оптимального водно-воздушного, теплового и пищевого режима в зоне максимального распространения корневой системы в слое почвы 0–20 см [1]. Выращивание раннего картофеля в условиях Сибири имеет ряд существенных особенностей, связанных с почвенными условиями. Участки почвы должны

иметь хороший дренаж и прогреваемость, большая часть питательных веществ вносится перед посадкой, а также в рядки во время посадки в легкоусвояемой для растений форме [2].

Цель исследования – изучить динамику содержания элементов питания в агроchernоземах при возделывании ультрараннего сорта картофеля Колomba в Красноярской лесостепи.

Объекты и методы. Исследование проведено на базе ООО «Сельскохозяйственное предприятие «Дары Малиновки», территориально распо-

ложенном в Сухобузимском районе, в 57 км севернее г. Красноярск. Почвенный покров участка исследования представлен комплексом агрочерноземов глинисто-иллювиальных типичных и агрочерноземов криогенно-мицелярных, средне- и тяжелосуглинистых разновидностей. Мощность гумусового горизонта варьирует в пределах 30–65 см, что характеризует их как маломощные и среднемощные виды [3]. По содержанию гумуса почвы характеризуются как сильно гумусированные виды (7,5–9,0 %), это закономерно, поскольку для агрочерноземов Сибири характерна небольшая мощность гумусового горизонта и высокая гумусированность [4]. В начале вегетации по содержанию нитратного и аммонийного азота почвы характеризуются очень низкой и низкой обеспеченностью (3,0–7,9 мг/кг), по содержанию подвижного фосфора имеют среднюю обеспеченность (167–181 мг/кг), по содержанию обменного калия для картофеля имеют среднюю и повышенную обеспеченность (145–170 мг/кг). Сумма обменных оснований очень высокая (54,5–57,6 ммоль/100 г), незначительно снижается с глубиной. В составе обменных катионов преобладает кальций (25,3–25,5 ммоль/100 г), содержание магния составило от 4,3 до 5,0 ммоль/100 г. Гидролитическая кислотность связана с присутствием ионов водорода среди катионов, однако содержание обменного водорода в пахотном горизонте не превышает 6 % от суммы обменных оснований, и составляет 1,4–3,8 ммоль/100 г. Величина $pH_{\text{водн}}$ в слое почвы 0–20 см нейтральная и колеблется в пределах от 6,7 до 7,1, а в слое 20–40 см pH увеличивается и переходит в слабощелочную (7,5–7,7) из-за присутствия углекислых солей. В изученных пахотных почвах при недостатке увлажнения в осенний период возможно подтягивание карбонатов в пределы гумусового горизонта весной и слабое подще-

лачивание почвенного раствора. В целом pH почвенного раствора в слое почвы 0–20 см нейтральная и выше оптимальных значений для возделывания картофеля, которые лежат в диапазоне 5,5–6,5. Таким образом, выращивание картофеля в Красноярской лесостепи осуществляется и на нейтральных (pH 6,6–7,3), и на слабощелочных и среднещелочных почвах, где pH может достигать 7,5–7,9, но даже на таких по уровню pH почвах картофель благополучно может расти при условии высокой обеспеченности элементами питания, оптимальных физических и водно-физических параметрах [5].

Погодные условия вегетационного периода 2021 г. существенно отличались по режиму увлажнения от средних многолетних данных, а по температуре были близки к среднемноголетним значениям. Выпадение осадков в эти месяцы происходило неравномерно. Весной наблюдался дефицит атмосферных осадков, минимум которых пришелся на две первые декады мая. Наибольшее количество выпало в третью декаду июня – их количество было больше на 69,4 мм в сравнении с многолетними данными, это сопровождалось сильными ливневыми дождями, что привело к непроизводительным потерям влаги, подтоплению растений в микропонижениях. По распределению температур весна 2021 г. была прохладной, среднемесячная температура мая составила 10 °С. Пониженные температуры в июне в сочетании с избыточным увлажнением привели к затягиванию вегетационного периода. В июле и августе температура воздуха была теплее на 2–2,2 °С среднемноголетних значений. В целом за весь вегетационный период ГТК составил 1,2, что соответствует достаточному увлажнению и благоприятным условиям для развития растений (табл. 1).

Таблица 1

**Теплообеспеченность и режим увлажнения вегетационного периода 2021 г.
(ГМС «Сухобузимское»)**

Месяц	I декада	II декада	III декада	Средняя за месяц	Средняя многолетняя	± к средней многолетней
1	2	3	4	5	6	7
Среднесуточная температура, °С						
Май	9,2	10,2	10,6	10,0	8,0	2,0
Июнь	15,6	16,6	15,6	15,9	15,2	0,7
Июль	20,1	20,7	20,4	20,4	18,4	2,0
Август	19,3	–	–	19,3	17,1	2,2
Сумма за май – август				1592	1445	147

1	2	3	4	5	6	7
Осадки по декадам, мм						
Май	4,5	17,0	7,6	29,1	32,0	-2,9
Июнь	7,6	5,8	100,0	113,4	44,0	69,4
Июль	2,4	15,0	12,7	29,1	69,0	-39,9
Август	21,0	–	–	21,0	9,3	11,7
Сумма за май – август				193	154	39
ГТК май – август				1,21	1,06	0,15

Производственный опыт размещался в звене севооборота чистый пар – картофель. Подготовка почвы к посадке включала внесение комплексного минерального удобрения азофоска $N_{15}P_{15}K_{15}$ в дозе 60 кг д.в./га разбросным способом 4 мая с последующей его заделкой фрезой. Посадка картофеля проведена 6–7 мая автоматической четырехрядной картофелесажалкой Miedema Structural 4000. В опыте изучали сорт картофеля Колумба, который является очень ранним столовым сортом, хорошо приспособленным к различным климатическим условиям и типам почв (в т. ч. природных зон смешанных лесов и лесостепи), среднеустойчив к засухе, включен в Госреестр России в 2013 г. Первую копку клубней можно проводить уже на 35-й день после полных всходов, урожайность сорта в зависимости от времени копки может составлять от 11 до 36 т/га.

Схема опыта: 1 – контроль (непророщенные клубни картофеля); 2 – пророщенные клубни картофеля. Для подготовки к посадке картофеля был выбран режим проращивания при температуре 12 ± 2 °С, с продолжительностью освещения 10 ч в день, интенсивность 1000 лк. За неделю до высадки была снижена температура (путем проветривания склада наружным воздухом) до 6–8 °С для закаливания и предупреждения перерастания ростков. Влажность воздуха поддерживалась в интервале 75–80 %. К моменту высадки клубни имели хорошо развитые верхушечные ростки длиной до 3 см. Продолжительность проращивания (от закладки до высадки) – 26 дней.

Отбор смешанных почвенных образцов производили из слоя почвы 0–20 см и 20–40 см в 6-кратной повторности по разным вариантам и фазам развития картофеля (13 мая – начало появления проростков на контроле, рост проростков на варианте с проращиванием клубней; 17 июня – фаза появления всходов на контроле, фаза роста стеблей на варианте с проращива-

нием клубней; 2 июля – фаза роста стеблей на контроле, фаза бутонизации на варианте с проращиванием клубней; 9 августа – фаза бутонизации на контроле, фаза технической спелости (на варианте с проращиванием клубней). Определение нитратного азота проводили по ГОСТ 26488-85 [6], определение аммонийного азота проводили по ГОСТ 26489-85 [7], определение фосфора и калия – по Чирикову, ГОСТ 26204-91 [8].

Результаты и их обсуждение. В почвах Сибири содержание нитратных форм азота, особенно в начале вегетации, характеризуется низким уровнем, что связано с длительным сезонным промерзанием почвенного профиля. Короткий вегетационный период, активное потребление растениями и вымывание обильными осадками второй половины лета приводят к тому, что нитратные формы азота не успевают накапливаться в агропочвах [9]. Известно [10–12], что динамика минеральных форм азота в агропочвах в большей степени определяется не только метеорологическими условиями вегетационного периода, но и агротехническими мероприятиями, главным из которых является внесение удобрений. В данном опыте с применением комплексных удобрений обеспеченность нитратными формами азота в первой половине вегетации была очень высокой. При возделывании раннего картофеля происходило существенное снижение содержания нитратного азота во второй половине вегетации до среднего и низкого уровня, что связано с его выносом культурой в фазу бутонизации – цветения на вариантах с пророщенными клубнями и в фазу роста стеблей – бутонизации в вариантах без проращивания (контроль). Коэффициент вариации данных в течение вегетации по содержанию нитратного азота в слое почвы 0–20 и 20–40 см на разных вариантах (с проращиванием и без проращивания клубней) изменялся от низкого (16 %) до очень высокого (77 %), при этом с глубиной степень варьирования возрастала

(табл. 2). На динамику нитратного азота в агрочерноземе существенное влияние ($p < 0,05$) оказали изменения погодных условий в течение вегетации и варианты опыта. Показатель силы влияния фактора «срок отбора» составил в слое 0–20 см – 88 %, в слое 20–40 см – 61 %; показатель силы влияния фактора «вариант опыта» составил в слое 0–20 см – 2 %, в слое 20–40 см – 4 %. В целом за вегетационный период 2021 г. обеспеченность нитратным азотом агрочернозема в слое 0–40 см менялась от очень высокой в первой половине вегетации до средней и низкой перед уборкой раннего картофеля.

Известно, что нитратная и аммонийная форма азота физиологически равноценны для рас-

тений, однако их использование культурами в полевых условиях зависит от многих факторов: уровня кислотности, гранулометрического состава, гидротермического режима, предшественников, способов обработки почвы [13]. В изученных агрочерноземах содержание аммонийного азота в течение вегетации колебалось от повышенного до низкого уровня обеспеченности. Происходило существенное снижение содержания аммонийного азота во второй половине вегетации, что совпало с фазами бутонизации и цветения на вариантах с пророщенными клубнями и фазой роста стеблей и бутонизацией в вариантах с непророщенными клубнями картофеля.

Таблица 2

Статистические параметры содержания нитратного азота в агрочерноземах при возделывании ранних сортов картофеля, мг/кг

Глубина слоя, см	Пророщенные клубни (n = 6)				Контроль (непророщенные клубни) (n = 6)			
	$X \pm S_x$	min	max	$C_v, \%$	$X \pm S_x$	min	max	$C_v, \%$
Май (посадка клубней картофеля)								
0–20	30,6±8,2	19,7	38,9	28	31,7±8,8	20,6	39,3	28
20–40	35,7±6,5	27,6	48,0	25	39,7±9,4	28,3	49,0	24
17 июня. Фаза роста стеблей					17 июня. Фаза всходов			
0–20	56,2±9,3	43,7	70,8	17	69,7±11,1	54,5	81,5	16
20–40	45,8±11,4	36,6	67,2	25	52,7±12,8	37,4	67,7	24
2 июля. Фаза бутонизации					2 июля. Фаза роста стеблей			
0–20	6,5±4,4	3,5	14,4	68	13,4±4,3	6,9	18,2	32
20–40	12,7±9,7	2,2	25,8	77	24,1±13,3	11,6	47,7	55
9 августа. Фаза цветения					9 августа. Фаза бутонизации			
0–20	8,3±3,7	5,7	14,9	45	14,1±3,6	8,6	18,1	26
20–40	13,5±8,2	4,6	24,5	61	23,0±11,1	12,5	42,8	48

В течение вегетации существенно возрастал коэффициент вариации данных по содержанию аммонийного азота как в слое почвы 0–20 см, так и в слое почвы 20–40 см. Размах сезонного варьирования содержания аммонийного азота менялся от 7–8 до 20–25 % (табл. 3). На вариантах с непророщенными клубнями в слое почвы 20–40 см обнаружено существенное снижение содержания аммонийных форм азота до низкого класса обеспеченности (ПСВ (показатель степени влияния) фактора «вариант» – 9 %) в фазу бутонизации. В большей степени на

динамику аммонийного азота оказывал фактор «срок отбора», т. е. период вегетации (ПСВ фактора «срок отбора» составил 47–59 %). Динамика потребления аммонийного азота во второй половине вегетации в обоих вариантах опыта была схожей: наблюдали снижение количества аммонийной формы азота до низкого и среднего уровня обеспеченности, связанного с выносом вегетативной массой картофеля, а также трансформацией этой формы азота в нитратную в результате нитрификации.

Статистические параметры содержания аммонийного азота в агрочерноземах при возделывании ранних сортов картофеля, мг/кг

Глубина слоя, см	Пророщенные клубни (n = 6)				Контроль (непророщенные клубни) (n = 6)			
	X±Sx	min	max	Cv, %	X±Sx	min	max	Cv, %
Май (посадка клубней картофеля)								
0–20	6,7±0,4	5,9	6,8	7	6,3±0,4	5,8	6,7	7
20–40	7,2±0,6	6,7	7,9	8	7,3±0,6	6,6	7,9	8
17 июня. Фаза роста стеблей					17 июня. Фаза всходов			
0–20	12,6±1,7	11,0	15,1	13	10,0±2,0	7,8	12,9	20
20–40	11,3±1,8	9,4	14,5	16	10,0±0,8	8,9	11,0	8
2 июля. Фаза бутонизации					2 июля. Фаза роста стеблей			
0–20	7,2±1,7	5,2	9,0	24	8,3±0,8	7,0	9,2	9
20–40	9,0±1,0	7,8	10,6	11	7,8±2,1	5,7	10,8	26
9 августа. Фаза цветения					9 августа. Фаза бутонизации			
0–20	8,9±1,9	6,7	11,7	21	7,9±1,6	6,1	10,6	20
20–40	8,6±1,4	7,4	11,2	17	6,4±1,6	5,0	9,0	25

Среднее содержание обменного калия в агрочерноземах характеризовалось для картофеля от повышенной обеспеченности в начале вегетации до низкой во второй половине вегетационного сезона (160,4–93,6 мг/кг), характер пространственной изменчивости варьировал от низкого до среднего уровня (Cv – 5–33 %) (табл. 4). По мере роста картофеля происходило постепенное снижение содержания калия, который интенсивно поглощался этой калиелюбивой культурой.

На динамику изменений содержания обменного калия в агрочерноземе существенное влияние оказал фактор «срок отбора» (ПСВ в слое 0–20 см – 36 %, в слое 20–40 см – 70 %).

Кроме этого, в течение вегетации обнаружена дифференциация обменного калия по слоям (ПСВ = 12,8 %). В слое почвы 0–20 см содержа-

ние обменного калия было в 1,1–1,3 раза выше по сравнению со слоем почвы 20–40 см. Снижение содержания обменного калия в подпахотном горизонте происходило наиболее интенсивно в вариантах с непророщенными клубнями.

Фосфор – обязательный компонент важнейших в метаболизме растений: нуклеиновых кислот, фосфопротеидов, фосфолипидов, фосфорсодержащих эфиров, сахаров, нуклеотидов, соединений, принимающих участие в энергетическом обмене (АТФ, НАД, ФАД), витаминов. Он поглощается и функционирует в растении только в окисленной форме – в виде остатков ортофосфорной кислоты [14]. Уровень урожайности культур напрямую зависит от подвижных соединений фосфора в почве [15, 16].

Таблица 4

Статистические параметры содержания обменного калия в агрочерноземах при возделывании ранних сортов картофеля, мг/кг

Глубина слоя, см	Пророщенные клубни (n = 6)				Контроль (непророщенные клубни) (n = 6)			
	X±Sx	min	max	Cv, %	X±Sx	min	max	Cv, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Май (посадка клубней картофеля)								
0–20	155,6±7,1	148,6	164,0	6	155,0±7,2	148,9	164,1	5
20–40	162,3±12,0	145,7	171,0	8	160,4±12,2	144,8	170,2	8
17 июня. Фаза роста стеблей					17 июня. Фаза всходов			
0–20	129,2±18,4	100,2	147,3	14	149,8±7,2	135,6	154,6	5
20–40	99,5±14,6	79,9	114,2	15	114,2±8,6	104,4	128,8	8

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2 июля. Фаза бутонизации				2 июля. Фаза роста стеблей			
0–20	109,8±9,1	95,1	120,2	8	132,7±21,5	100,0	167,7	16
20–40	93,6±5,8	85,4	102,0	6	95,2±29,8	70,0	143,7	31
	9 августа. Фаза цветения				9 августа. Фаза бутонизации			
0–20	130,7±17,5	108,2	159,6	13	128,6±26,9	103,4	177,7	21
20–40	107,7±3,5	104,3	113,7	3	100,6±32,7	65,5	160,1	33

Высокое содержание гумуса и тяжелосуглинистый гранулометрический состав агрочерноземов привели к поглощению почвенными коллоидами подвижных фосфатов, присутствие карбонатов кальция и магния, слабощелочная и щелочная реакция почвенного раствора способствовали переходу их в труднодоступную форму даже при внесении фосфора в рекомендуемой для картофеля дозе. В связи с этим в течение вегетации обеспеченность 0–40 см слоя почв подвижным фосфором была высокой и повышенной (175–118 мг/кг) при незначительной и средней изменчивости его в пространстве и во времени (C_v – 1–34 %) (табл. 5). Установлено существенное снижение содержания подвижного фосфора в течение вегетации (ПСВ фактора «срок отбора» составил 18–22 %) (табл. 5). Ис-

ходный средний уровень обеспеченности опытных полей подвижным фосфором в майский период определил частичное удовлетворение потребности картофеля в этом элементе питания. В июне отмечалось снижение подвижного фосфора в вариантах с пророщенными и непророщенными клубнями картофеля в пахотном и подпахотном слое до среднего уровня обеспеченности. Это связано с потреблением элемента питания картофелем для формирования корневой системы и в целом роста и развития растений. Для последующего июльского периода характерна повышенная обеспеченность подвижным фосфором пахотного и средняя обеспеченность подпахотного горизонтов агрочернозема, обусловленного повышением количества осадков и увеличением температуры.

Таблица 5

Статистические параметры содержания подвижного фосфора в агрочерноземах при возделывании ранних сортов картофеля, мг/кг

Глубина слоя, см	Пророщенные клубни (n = 6)				Контроль (непророщенные клубни) (n = 6)			
	$\bar{X} \pm S_x$	min	max	C_v , %	$\bar{X} \pm S_x$	min	max	C_v , %
Май (посадка клубней картофеля)								
0–20	174,8±2,7	171,9	176,8	2	174,6±2,6	171,3	176,8	1
20–40	170,3±6,3	164,2	179,9	4	173,3±6,3	166,8	180,7	4
	17 июня. Фаза роста стеблей				17 июня. Фаза всходов			
0–20	139,5±17,9	112,7	157,7	13	142,1±28,9	106,6	189,9	20
20–40	119,5±20,8	85,5	141,1	17	113,2±21,7	91,1	152,2	19
	2 июля. Фаза бутонизации				2 июля. Фаза роста стеблей			
0–20	136,3±22,8	108,8	167,6	17	169,3±38,4	112,3	213,5	23
20–40	118,0±33,2	79,4	161,7	28	123,8±42,4	64,5	178,2	34
	9 августа. Фаза цветения				9 августа. Фаза бутонизации			
0–20	155,4±20,9	128,4	176,7	13	128,0±38,3	93,4	193,4	30
20–40	127,9±40,8	47,3	156,2	32	145,6±29,0	109,5	192,8	20

В целом на фоне высокого потребления культурой элементов питания из почвы в экспериментальном варианте (с проращиванием клубней) у сорта Коломба спустя 45 дней от массовых всходов был получен приемлемый уровень товарной урожайности (более 10 т/га)

при средней массе товарного клубня 57 г. После 50 дней вегетации сорт Коломба сформировал высокую товарную урожайность (16,3 т/га), превысив контроль (без проращивания) более чем в два раза.

Заключение. Обеспеченность пахотного слоя агрочернозема нитратным азотом в течение вегетации резко снижалась, особенно на вариантах с пророщенными клубнями, в фазу бутонизации и цветения она была на среднем и низком уровне (8,3–6,5 мг/кг), на контрольных вариантах в фазу роста стеблей и бутонизации была на повышенном уровне (13–14 мг/кг). Содержание аммонийного азота также существенно снижалось до среднего и низкого уровня обеспеченности (7,2–8,3 мг/кг) в фазу бутонизации и цветения на вариантах с пророщенными клубнями и в фазу роста стеблей и бутонизации в вариантах с непророщенными клубнями картофеля. На всех вариантах опыта обеспеченность обменным калием в течение вегетации опускалась с очень высокого (155–162 мг/кг) до высокого и повышенного уровня (133–93 мг/кг), обеспеченность подвижным фосфором во второй половине вегетации также снизилась с высокого (170,4 мг/кг) до повышенного уровня (136,3 мг/кг) на вариантах с пророщенными клубнями. При этом урожайность пророщенных клубней картофеля сорта Колумба после 50 дней вегетации составила 16,3, на контроле – 8,2 т/га. Таким образом, пророщенные клубни картофеля в 2 раза эффективнее используют элементы питания из внесенных минеральных удобрений для формирования урожая.

Список источников

1. Лабух В.М. Энергосберегающий способ подготовки почвы под картофель // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 2. С. 9–11.
2. Симаков Е.А. Как вырастить ранний картофель // Вестник овощевода. 2009. № 1. С. 44–47.
3. Классификация и диагностика почв России / Л.Л. Шишов [и др.]. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
4. Бугаков П.С., Чупрова В.В. Агрономическая характеристика почв земледельческой зоны Красноярского края / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 1995. 176 с.
5. Коршунов А.В. Управление величиной и качеством урожая картофеля при интенсивной технологии возделывания: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Моск. с.-х. акад. им. К.А. Тимирязева. М., 1989. 45 с.
6. ГОСТ 26204-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по

- методу Чирикова в модификации ЦИНАО. М., 1991.
7. ГОСТ 26488-85. Почвы. Определение нитратов по методу ЦИНАО. М., 1985.
8. ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. М., 1985.
9. Рудой Н.Г. Агрохимия почв Средней Сибири: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2004. 167 с.
10. Назарюк В.М. Баланс и трансформация азота в агроэкосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 253 с.
11. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Новосиб. гос. аграр. ун-т. Новосибирск, 2013. 790 с.
12. Уваров Г.И., Карабутов А.П. Азотный режим чернозема в зависимости от удобрений и приемов обработки // Научные ведомости. Сер. Естественные науки. 2013. № 24 (167), Вып. 25. С. 105–110.
13. Гамзиков Г.П. Практические рекомендации по почвенной диагностике азотного питания полевых культур и применению азотных удобрений в сибирском земледелии. М.: Росинформагротех, 2018. 45 с.
14. Фосфорное питание растений риса при включении Биоплант Флора в систему удобрения / А.Х. Шеуджен [и др.] // Плодородие. 2017. № 1 (94). С. 5–7. EDN YHGQIN.
15. Гинзбург К.Е. Фосфор основных типов почв СССР. М.: Наука, 1981. 244 с.
16. Титова В.И., Шафранов О.Д., Варламова Л.Д. Фосфор в земледелии Нижегородской области / Нижегород. гос. с.-х. акад. Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. 219 с.

References

1. Labuh V.M. `Energosberegayuschij sposob podgotovki pochvy pod kartofel' // Vestnik Bryanskoj gosudarstvenno sel'skohozyajstvennoj akademii. 2012. № 2. S. 9–11.
2. Simakov E.A. Kak vyrastit' rannij kartofel' // Vestnik ovoschevoda. 2009. № 1. S. 44–47.
3. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii / L.L. Shishov [i dr.]. Smolensk: Ojkumena, 2004. 342 s.
4. Bugakov P.S., Chuprova V.V. Agronomicheskaya harakteristika pochv zemledel'cheskoj

- zony Krasnoyarskogo kraja / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 1995. 176 s.
5. *Korshunov A.V.* Upravlenie velichinoy i kachestvom urozhaya kartofelya pri intensivnoj tehnologii vozdeleyaniya: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk: 06.01.09 / Mosk. s.-h. akad. im. K.A. Timiryazeva. M., 1989. 45 s.
 6. GOST 26204-91. Pochvy. Opredelenie podvizhnyh soedinenij fosfora i kaliya po metodu Chirikova v modifikacii CINAО. M., 1991.
 7. GOST 26488-85. Pochvy. Opredelenie nitratov po metodu CINAО. M., 1985.
 8. GOST 26489-85. Pochvy. Opredelenie obmennogo ammoniya po metodu CINAО. M., 1985.
 9. *Rudoj N.G.* Agrohimiya pochv Srednej Sibiri: ucheb. posobie / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2004. 167 s.
 10. *Nazaryuk V.M.* Balans i transformaciya azota v agro`ekosistemah. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2002. 253 s.
 11. *Gamzikov G.P.* Agrohimiya azota v agrocenozah / Novosib. gos. agrar. un-t. Novosibirsk, 2013. 790 s.
 12. *Uvarov G.I., Karabutov A.P.* Azotnyj rezhim chernozema v zavisimosti ot udobrenij i priemov obrabotki // Nauchnye vedomosti. Ser. Estestvennye nauki. 2013. № 24 (167), Vyp. 25. S. 105–110.
 13. *Gamzikov G.P.* Prakticheskie rekomendacii po pochvennoj diagnostike azotnogo pitaniya polevyh kul'tur i primeneniyu azotnyh udobrenij v sibirskom zemledelii. M.: Rosinformagroteh, 2018. 45 s.
 14. Fosfornoe pitanie rastenij risa pri vklyuchenii Bioplant Flora v sistemu udobreniya / *A.H. Sheudzhen [i dr.]* // Plodorodie. 2017. № 1 (94). S. 5–7. EDN YHGQIN.
 15. *Ginzburg K.E.* Fosfor osnovnyh tipov pochv SSSR. M.: Nauka, 1981. 244 s.
 16. *Titova V.I., Shafranov O.D., Varlamova L.D.* Fosfor v zemledelii Nizhegorodskoj oblasti / Nizhegorod. gos. s.-h. akad. N. Novgorod: Izd-vo VVAGS, 2005. 219 s.

Статья принята к публикации 23.03.2023 / The article accepted for publication 23.03.2023.

Информация об авторах:

Ольга Анатольевна Власенко¹, доцент кафедры почвоведения и агрохимии, кандидат биологических наук, доцент

Андрей Андреевич Чураков², руководитель научно-исследовательского центра селекции и семеноводства, кандидат сельскохозяйственных наук

Алена Андреевна Колесник³, ассистент кафедры почвоведения и агрохимии

Наталья Михайловна Попова⁴, научный сотрудник научно-исследовательского центра селекции и семеноводства

Information about the authors:

Olga Anatolyevna Vlasenko¹, Associate Professor at the Department of Soil Science and Agrochemistry, Candidate of Biological Sciences, Docent

Andrey Andreevich Churakov², Head of the Research Center for Breeding and Seed Production, Candidate of Agricultural Sciences

Alena Andreevna Kolesnik³, Assistant at the Department of Soil Science and Agrochemistry

Natalia Mikhailovna Popova⁴, Researcher at the Research Center for Breeding and Seed Production