

ВЛИЯНИЕ ФОСФОРНЫХ И КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

А.А. ПАШКОВСКАЯ, аспирант

В.Ф. ШАПОВАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук

Л.А. ЗВЕРЕВА, кандидат экономических наук

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ,

E-mail: saha641970@yandex.ru

***Аннотация.** Исследованы действия фосфорных и калийных минеральных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур на торфяных почвах. Работы по выращиванию ячменя, озимой ржи, картофеля и многолетних трав проводились в соответствии с агротехническими требованиями для таких культур на торфяных почвах. Влияние удобрений изучалось в системе 6-польного севооборота при следующем чередовании культур: многолетние травы 1-го и 2-го года, озимая рожь, зернобобовые, пропашные, ячмень в период с 2018 года по 2023 год. Оценка влияния различных доз фосфорных и калийных минеральных удобрений (P_{60} , K_{120} , $P_{30}K_{60}$, $P_{60}K_{120}$, $P_{120}K_{240}$) осуществлялась для трех основных сельскохозяйственных культур: ячмень на зерно; картофель; многолетние травы на сено. Оптимальной дозой удобрений, как по урожайности, так и по наличию подвижных форм NPK оказалась $P_{60}K_{120}$ кг/га действующего вещества, вносимая в среднем за год ротации севооборота. Прибавка урожая картофеля (сорт Гала) от внесенных удобрений в среднем за годы исследований была в пределах 45,3 ц/га от фосфора и 48,1 ц/га от калия. При внесении $P_{120}K_{240}$ кг/га действующего вещества прибавка составила 102,1 ц/га. По содержанию протеина в зерне и сене, крахмала в картофеле наиболее эффективна доза $P_{30}K_{60}$.*

***Ключевые слова:** торфяные почвы, минеральные удобрения, сельскохозяйственные культуры, прибавка урожайности, севооборот.*

***Для цитирования:** Пашковская А.А., Шаповалов В.Ф., Зверева Л.А. Влияние фосфорных и калийных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур на торфяных почвах. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2026. № 1 (57):131-136 DOI: 10.24412/2309-348X-2026-1-131-136*

EFFECT OF PHOSPHORIC AND POTASSIUM FERTILIZERS ON THE HARVEST OF AGRICULTURAL CROPS ON PEAT SOILS

A.A. Pashkovskaya, V.F. Shapovalov, L.A. Zvereva

BRYANSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY, E-mail: saha641970@yandex.ru

***Abstract:** Research on the effect of phosphorus and potassium mineral fertilizers on crop yields on peat soils. Work on the cultivation of barley, winter rye, potatoes and perennial grasses was carried out in accordance with the agrotechnical requirements for such crops on peat soils. The effect of fertilizers was studied in the system of 6-field crop rotation with the following alternation of crops: perennial grasses of the 1st and 2nd year, winter rye, legumes, row crops, barley in the period from 2018 to 2023. The impact of various doses of phosphorus and potassium mineral fertilizers (P_{60} , K_{120} , $R_{30}K_{60}$, $P_{60}K_{120}$, $P_{120}K_{240}$) was assessed for three main crops: barley for grain; potatoes; perennial grasses for hay. The optimal dose of fertilizers, both in terms of yield and the presence of mobile forms of NPK, turned out to be $R_{60}K_{120}$ kg /ha of the active substance, applied on average per year of rotation of crop rotation. Potato crop increase (Gala variety) The*

average value of fertilizers applied over the years of research was in the range of 45.3 c/ha of phosphorus and 48.1 c/ha of potassium. When applying P₁₂₀K₂₄₀ kg/ha of the active substance, the increase was 102.1 c/ha. According to the protein content in grain and hay, starch in potatoes, the dose of R₃₀K₆₀ is the most effective.

Keywords: Peat soils, mineral fertilizers, agricultural crops, yield increase, crop rotation.

Введение

Анализ ряда публикаций показывает то, что основным недостатком торфяных почв для производства сельскохозяйственной продукции растениеводства является очень низкое содержание валового фосфора и калия. Низкое содержание этих элементов может выступить как лимитирующий фактор для урожайности сельскохозяйственных растений. Однако торфяные почвы обладают скрытым плодородием в связи с наличием органического вещества в них, а отрицательные свойства устраняют осушением, известкованием, пескованием, внесением удобрений. Минеральные удобрения являются мощным фактором роста урожайности сельскохозяйственных культур и повышения плодородия торфяных почв.

Изменение содержания подвижных соединений фосфора по профилю почвы под сельскохозяйственными культурами неоднородно, характер этих изменений зависит от возделываемой культуры [1]. Очевидно, увеличить запасы соединений фосфора и калия в почве под сельскохозяйственными культурами можно только за счет внесения минеральных удобрений. По факторам, оказывающим влияние на содержание соединений фосфора и калия в торфяных низинных почвах, отмечается высокая степень рассеивания данных, что так же подтверждается статистическим анализом. По соединениям калия отмечены самые высокие коэффициенты вариации: по валовому запасу 56,8%, по его подвижным соединениям 42,8%. Высокая неоднородность запасов соединений калия, в основном, связана с высокой мобильностью этого элемента и с разными физиологическими потребностями выращиваемых культур. По данным ряда авторов осушенные торфяные почвы при научном подходе к их системе удобрений способны почти стабильно обеспечивать высокую урожайность хорошего качества практически любой сельскохозяйственной культуры (Донских И.Н., Павлова Т.К., Царенко В.П., 1975; Ефимов В.Н., Корнилова Л.И., Лунина Н.Ф., 1986) [2, 3, 4].

Цель исследований – изучить действие различных доз минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур на торфяных почвах Новозыбковского и Гордеевского районов Брянской области.

Материалы и методы исследований

На опытном поле Новозыбковской СХОС ФНЦ ВИК им. В.Р. Вильямса, на объектах с. Верещаки Новозыбковского района и с. Борец Гордеевского района в период с 2018 года по 2023 год, проводились исследования влияния минеральных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур, выращиваемых на торфяных почвах. Повторность опытов четырехкратная, учетная площадь делянки 50-80 м². Роль удобрений в с. Верещаки изучалась в системе 6-польного севооборота при следующем чередовании культур: многолетние травы 1-го и 2-го года, озимая рожь, зернобобовые, пропашные, ячмень. На объекте с. Верещаки для изучения доз и соотношений удобрений во времени взята монокультура картофеля и зерновых. Обработка почвы, посев сельскохозяйственных культур; уход за посевами и уборка урожая проводились в соответствии с агротехническими требованиями для культур на торфяных почвах. Агрохимическая характеристика почвы, представлена в таблице 1.

Таблица 1

Агрохимическая характеристика почвы

Адрес	Степень разложения	Зольность, %	рН в КСl	Общие формы элементов, %					Подвижные мг/100 г почвы	
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	P ₂ O ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
с. Верещаки	30	10,7	4,8	2,63	2,26	0,05	1,49	2,09	55	41
с. Борец	35	11,1	4,35	3,84	0,30	0,07	1,64	3,89	15	19

Из таблицы видно, что при более высоком содержании валовых форм фосфатов и калия в почвах с. Борец подвижных форм было в 2-3,5 раза меньше, чем в почвах с. Верещаки.

Результаты и обсуждение

Полученные результаты исследований, приведенные в таблице 2 показывают, что по всем вариантам опыта урожай сельскохозяйственных культур при посеве их первой культурой после подъема пласта был ниже, чем в среднем за годы исследований. Прибавка урожая зерна ячменя (сорт Зенит) от применения фосфорных и калийных удобрений за 6 лет колебалась в пределах 7,9-12,8 ц/га и составила 53,7-87,1% к урожаю контрольного варианта. По процентному содержанию протеина в зерне заметных отклонений не наблюдалось.

Таблица 2

Влияние минеральных удобрений на урожай сельскохозяйственных культур и плодородие торфяной почвы с. Верещаки, 2018-2023 гг.

Удобрение за год ротации севооборота	Урожай, ц/га		% содержания протеина в зерне и сене, крахмала в картофеле		Содержание подвижных форм в мг/100г сухой почвы		
	2018 г.	В среднем за 6 лет	2018 г.	В среднем за 6 лет	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Ячмень (зерно)							
Без удобрений	8,3	14,7	13,9	16,0	37	47	30
P ₆₀	18,8,	22,7	-	-	36	54	31
K ₁₂₀	17,5	22,6	-	-	34	40	42
P ₃₀ K ₆₀	17,4	23,9	14,0	16,4	39	59	40
P ₆₀ K ₁₂₀	20,9	27,1	12,3	15,8	30	75	46
P ₁₂₀ K ₂₄₀	24,7	27,5	12,8	16,0	28	93	71
НСП ₀₅	2	8					
Многолетние травы (сено)							
Без удобрений	24,4	44,2	-	22,6	42	47	30
P ₆₀	33,8	50,7	-	-	32	73	34
K ₁₂₀	26,8	80,6	-	-	40	54	52
P ₃₀ K ₆₀	37,1	58,2	-	21,5	39	59	40
P ₆₀ K ₁₂₀	28,4	66,9	-	21,0	39	75	46
P ₁₂₀ K ₂₄₀	39,0	68,1	-	19,4	24	93	71
НСП ₀₅	6	9					
Картофель (клубни)							
Без удобрений	191,9	212,8	14,4	13,0	49	50	30
P ₆₀	255,5	258,1	14,6	12,9	52	77	30
K ₁₂₀	213,3	260,9	14,2	13,1	46	50	43
P ₃₀ K ₆₀	261,3	269,2	14,5	12,6	42	61	45
P ₆₀ K ₁₂₀	286,0	305,5	14,7	12,7	42	78	59
P ₁₂₀ K ₂₄₀	324,0	314,9	13,8	11,7	26	92	83
НСП ₀₅	22	7					

Под влиянием окультуривания почвы наблюдалось повышенное содержание в пахотном слое нитратного азота, при этом под действием минеральных удобрений и особенно калийных, содержание нитратного азота под растениями снижалось. Наиболее высокое содержание NO₃ без внесения удобрений, как правило, наблюдалось в пахотном слое

На целине до внесения удобрений наличие подвижного фосфора и калия было довольно высоким. Считается, что такие торфяные почвы относятся к хорошо окультуренным. За годы исследований на варианте без удобрений и по фону калия наблюдалось уменьшение содержания подвижного фосфора. При внесении фосфорных удобрений и особенно высоких их доз в пахотном слое накапливается значительное количество подвижного фосфора.

Такая же закономерность наблюдалась и по содержанию калия, которого на варианте без удобрений и по фосфору содержалось меньше.

Процентное содержание протеина в сене клеверотимофеечной смеси под влиянием фосфорных и калийных удобрений несколько снижалось, и больше при внесении высоких их доз.

Прибавка урожая картофеля (сорт Гала) от внесенных удобрений в среднем за годы исследований была в пределах 45,3 ц. от фосфора и 48,1 ц. от калия. При внесении $P_{120}K_{240}$ кг/га действующего вещества прибавка составила 102,1 ц/га.

Самое высокое содержание крахмала определено при возделывании картофеля первой культурой после подъема целины.

Оптимальной дозой удобрений, как по урожайности, так и по наличию подвижных форм NPK оказалась $P_{60}K_{120}$ кг/га действующего вещества, вносимая в среднем за год ротации севооборота.

Данные таблицы 3 показывают, что на варианте без удобрений в пахотном слое подвижного фосфора снизилось. По фону содержание подвижного фосфора по существу не изменилось. При внесении более высоких доз фосфорно-калийных удобрений отмечено накопление подвижного фосфора в 30-см пахотном слое.

Таблица 3

Наличие в пахотном слое подвижных форм фосфора и калия в полях севооборота (через 6 лет после освоения) с. Верещаки, 2018-2023 гг.

Удобрение за год ротации севооборота	мг/100 г сухой почвы							Средняя по опытному участку	В % к исходному
	После подъема целины 2018 г.	поля севооборота							
		I	II	III	IV	V	VI		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		P_2O_5							
Контроль (б/уд)	55	42	34	39	36	46	49	41	74,5
$P_{30}K_{60}$		52	43	60	50	70	66	57	103,6
$P_{60}K_{120}$		76	81	75	61	82	87	77	140,0
$P_{120}K_{120}$		92	96	107	79	103	116	99	180,0
$НСР_{05}$								7	
		K_2O							
Контроль (б/уд)	41	24	22	23	28	24	30	25	61,0
$P_{30}K_{60}$		30	32	32	40	31	37	34	82,9
$P_{60}K_{120}$		36	40	38	66	50	56	49	119,5
$P_{120}K_{120}$		65	70	52	75	74	84	70	170,7
$НСР_{05}$								8	

Данные о полученных урожаях, приведенные в таблице 4, показывают высокое положительное действие фосфорно-калийных удобрений. Так, урожай картофеля (сорт Гала) в среднем за 5 лет от применения удобрений увеличился более чем в 2 раза.

**Влияние минеральных удобрений на урожай картофеля и содержание крахмала.
Объект с. Борец Гордеевского района.**

Вариант	Урожай клубней картофеля по годам, ц/га							% крахмала, среднее
	2019	2020	2021	2022	2023	Среднее	%	
Без удобрений	116	144	100	130	108	120	100	12,8
P ₆₀	129	157	132	159	144	144	120	12,2
K ₁₂₀	221	184	176	215	212	202	168	12,5
P ₈₀ K ₈₀	270	229	246	306	250	264	220	13,4
P ₈₀ K ₁₆₀	291	238	298	286	276	278	232	12,4
P ₈₀ K ₃₂₀	332	224	288	271	268	277	231	11,6
P ₄₀ K ₁₆₀	289	220	249	266	232	251	209	12,0
P ₁₆₀ K ₁₆₀	337	256	336	292	278	300	250	12,0
P ₈₀ K ₁₆₀ Ca _{2,5}	310	226	298	262	263	272	227	12,3
Ca _{2,5} B _{0,5}	310	238	296	266	275	277	231	12,3
НСР _{0,5}	28	22	29	20	40			

Раздельное применение, фосфора и калия уступает их совместному действию. Ежегодное внесение фосфорно-калийных удобрений способствует значительному накоплению в почве, как фосфатов, так и калия (табл. 5). Так, если без внесения удобрений содержание фосфатов и калия практически не изменяется за время использования торфяных почв, то при внесении удобрений, особенно высоких доз, количество подвижных форм фосфора и калия увеличивается в 6 раз. Накопление подвижного фосфора в почве опережает накопление калия. Если сравнить соотношение элементов после 3 лет внесения удобрений и после 5 лет, то заметно уменьшение калия как на вариантах с высокими его дозами, так и при повышенных дозах фосфора. До закладки опыта подвижного фосфора было 15 см P₂O₅, калия 19 мг K₂O на 100 г сухой почвы.

Таблица 5

Изменение содержания подвижных форм фосфора и калия в почве под влиянием возделывания сельскохозяйственных культур (мг на 100 г сухой почвы)

Вариант	После 3-х летнего возделывания картофеля				После 5-ти летнего возделывания картофеля				
	K ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без удобрений	19	19	1:1		67	16	20	1:1,25	
P ₈₀	49	20	1:0,41		59	49	27	1:0,55	
K ₁₆₀	11	49	1:4,46		39	27	81	1:3,00	
P ₈₀ K ₈₀	31	28	1:0,90		34	46	42	1:0,91	
P ₈₀ K ₁₆₀	32	36	1:1,12		40	79	87	1:1,10	
P ₈₀ K ₃₂₀	37	89	1:2,41		30	53	113	1:2,13	
P ₄₀ K ₁₆₀	23	50	1:2,17		28	37	72	1:1,95	
P ₁₆₀ K ₁₆₀	59	49	1:0,83		27	93	53	1:0,57	
P ₈₀ K ₁₆₀ Ca _{2,5}	31	46	1:1,48		26	59	44	1:0,75	

Выводы

1. Эффективность применяемых удобрений, главным образом, зависит от погодных условий вегетационного периода. Средняя урожайность (сухого вещества) исследуемых сельскохозяйственных культур в среднем за 6 лет по сравнению с 2018 годом без внесения удобрений выросла для: ячменя на 77%, многолетних трав на 81% и картофеля на 11%.

При внесении высоких доз фосфорных и калийных удобрений (P₁₂₀K₂₄₀) средняя

урожайность за период с 2018 по 2023 гг. составила – многолетних трав на сено – 68,1 ц/га (154%); ячмень (зерно) – 27,5 ц/га (187%); картофеля – 314,9 ц/га (148%).

2. На вариантах с применением удобрений наблюдается заметное снижение нитратного азота по сравнению с вариантом без них и внесением только фосфорных удобрений. При таком соотношении фосфора и калия возможно положительное влияние азотных удобрений.

3. При возделывании зерновых на торфяных почвах в первый год освоения урожай гороха на удобренном варианте (внесение азофоски марки 16:16:16) составил 12,7 ц/га. На пятый год возделывания зерновых урожай озимой ржи составил 39,6 ц/га, без применения удобрений – 10,8 ц/га. Содержание подвижных форм фосфора увеличилось до 48 мг, калия – до 79 мг на 100 г сухой почвы.

4. При внесении более высоких доз фосфорно-калийных удобрений $P_{120}K_{240}$ отмечено накопление подвижного фосфора (93мг/100г сухой почвы) в 30-см пахотном слое.

Литература

1. Горский А. С. Азотный режим и продуктивность торфяных низинных почв разной степени антропогенного воздействия в условиях северо-востока европейской части РФ. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Санкт-Петербург – 2020.
2. Каранкевич Е.В., Семененко Н.Н. Влияние уровня плодородия торфяных почв разных стадий эволюции на продуктивность сельскохозяйственных культур. // Плодородие почв и эффективное применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию основания институтата. Минск. – 2011. – С. 56-58.
3. Байдакова Е.В., Зверева Л.А., Кривоускова В.Н., Пашковская А.А. Минеральные удобрения и плодородие почв. Сборник (ФГБОУ ВО «БГИТУ»). Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы XII Международной научно-практической конференции. Брянск. – 2023. – 19 с.
4. Пашковская А.А., Пашковский А.А., Зверева Л.А., Леянова Е.Н. Эффективность пескования и глинования торфяных почв. // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2024. – Т.19. – № 8 (235). – 484 с.

References

1. Gorsky A.S. Nitrogen regime and productivity of peat lowland soils of varying degrees of anthropogenic impact in the conditions of the north-east of the European part of the Russian Federation. Dissertation for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. St. Petersburg, 2020.
2. Karankevich E.V., Semenenko N.N. Influence of the level of fertility of peat soils of different stages of evolution on the productivity of agricultural crops. Soil fertility and effective application of fertilizers: proc of the Intern. Scientific and Practical Conf., dedicated to the 80th anniv. of the founding of the institute. Minsk. 2011, pp.56-58.
3. Baidakova E.V., Zvereva L.A., Krovopuskova V.N., Pashkovskaya A.A. Mineral fertilizers and soil fertility. Collection (FGBOU VO "BGITU"). The environment surrounding a person: natural, man-made, social. Materials of the XII International Scientific and Practical Conference. Bryansk, 2023, p.19.
4. Pashkovskaya A.A., Pashkovskii A.A., Zvereva L.A., Lelyanova E.N. Efficiency of sanding and claying of peat soils. *Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'*. 2024, Vol.19, no. 8 (235), p.484.