

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И СЕВООБОРОТА НА ПЛОДРОДИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СРЕДНЕТАЕЖНЫХ ПОЧВ ЕВРО- СЕВЕРО-ВОСТОКА

**Н.Т. ЧЕБОТАРЕВ,**

*доктор сельскохозяйственных наук,*

*НИПТИ АПК РК Россельхозакадемии, Республика Коми*

**Ключевые слова:** минеральные и органические удобрения, севооборот, урожайность культур, плодородие почвы, картофель, травы.

Многочисленными исследованиями (Ягодин, 1989; Минеев, 1990 и др.) установлено, что при длительном применении минеральных удобрений свойства почв ухудшаются. Это объясняется поглощением почвой катионов, входящих в состав удобрений, и подкислением реакции почвенного раствора в результате вытеснения из поглощающего комплекса водорода и алюминия, а также физиологической кислотностью азотных и калийных удобрений. При правильном применении удобрений (на фоне навоза или известкования, внесении добавок для нейтрализации физиологической кислотности удобрений) кислотность почв не только не увеличивается, в ряде случаев происходит даже ее снижение, что способствует благоприятному росту и развитию большинства растений.

Исследования по влиянию органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте проводили в 1978-2008 годах на дерново-подзолистой легкосуглинистой среднекультуренной почве (агрохимические показатели почвы и схема опыта приведены в таблице 1) в шестипольном кормовом севообороте со следующим чередованием культур: картофель, однолетние с подсевом многолетних трав, многолетние травы 1 г. п., многолетние травы 2 г. п., однолетние травы, картофель.

Органические удобрения в форме торфонавозного компоста (ТНК) вносили под картофель. Средние агрохимические показатели ТНК были следующими: рНКСI – 7,2-7,5; сухое вещество – 26-30%; зольность – 20-22%; содержание общего азота – 0,52-0,60%; общего фосфора – 0,50-0,56%; общего калия – 0,42-0,48%. Для восполнения выноса элементов питания растений ежегодные дозы минеральных удобрений (кг/кг д. в.) составили: под картофель –  $N_{60}P_{30}K_{180}$ , горохо-овсяную смесь –  $N_{40}P_{32}K_{116}$ , многолетние травосмеси –  $N_{40}P_{32}K_{108}$  и пониженные их дозы 1/2 и 1/3 часть от полного выноса элементов питания растений. Планируемая урожайность зеленой массы горохо-овсяной смеси – 200, многолетних трав – 150, картофеля – 150 ц/га, рассчитанная на полный вынос элементов питания и 1/2 и 1/3 ее части. Площадь делянки – 100 м<sup>2</sup>. Повторность опыта – 4-кратная. Учет урожая – сплошной поделяночный.

В результате длительных исследований установлено, что удобрения оказали существенное влияние на изменение основных агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы. Наиболее значительным было повышение содержания гумуса при использовании одних органических удобрений (на 0,1-0,6%) и совместного применения органических и минеральных удобрений (на 0,2-0,7%) по сравнению с исходным его содержанием (табл. 1). При внесении одних минеральных удобрений (с 1/3 до 1 НПК) содержание органического вещества в почве за период исследований не изменялось и его количество осталось на прежнем уровне (2,3-2,5%), так как материальным источником накопления углерода в почве при внесении НПК являются только корневые и пожнивные остатки возделываемых культур. Этого явно недостаточно для расширенного воспроизводства органического вещества почвы.

Установлено, что важным положительным результатом наших исследований является то, что в варианте без применения удобрений в течение более 30 лет удалось сохранить исходное содержание органического вещества (2,1%) и достаточно высокую урожайность (2,6 т/га сухого вещества) кормовых культур за счет поступления в почву значительных объемов растительных остатков, в первую очередь многолетних трав, их гумификации и минерализации под воздействием микроорганизмов, т. е. дополнительного поступления элементов питания в почву. Удобрения оказывали значительное влияние на обменную кислотность почв. В вариантах с минеральными удобрениями и без удобрений отмечено значительное подкисление почвы (на 0,6-0,7 рНКСI) за счет использования физиологически кислых минеральных удобрений, выноса и вымывания кальция и магния из почвы и замещения их ионами водорода. Применение органических удобрений и совместное их использование с минеральными способствовало снижению кислотности за счет значительного объема внесения катионов кальция и магния с торфонавозным компостом и их действия на почвенный поглощающий комплекс. В вариантах без удобрений и минеральном фоне повышалась гидроли-



167003,

г. Сыктывкар, ул. Ручейная, 27

Тел. 8 (8212) 31-95-03

тическая кислотность на 0,6-0,8 мг-экв./100 г почвы из-за выноса и вымывания катионов кальция и магния. По другим вариантам изменения были незначительными.

Установлено значительное повышение содержания подвижных форм фосфора и калия по всем вариантам опыта за исключением варианта без удобрений. Наиболее высокое содержание этих элементов обнаружено в почве, где вносились минеральные удобрения. По сравнению с контролем содержание фосфора и калия повысилось на 388 и 39 мг/кг почвы. В почве вариантов с органическими удобрениями количество фосфора и калия увеличивалось на 220-270 и 15-20 мг/кг почвы соответственно. Существенное повышение содержания биофильных элементов отмечено в почве при совместном внесении органических и минеральных удобрений ( $P_2O_5$  на 160-360 и  $K_2O$  на 35-40 мг/кг), прежде всего за счет корневых и пожнивных остатков сельскохозяйственных культур. Минерализация органического вещества растительных остатков и торфонавозного компоста под действием микроорганизмов происходила более интенсивно, так как внесенный минеральный азот являлся питательной средой для различных групп микроорганизмов, что позволило ускорить переход элементов питания в доступную для растений форму.

Повышение доз минеральных удобрений от 1/3 до 1,0 выноса НПК урожаем способствовало повышению обменной и гидролитической кислотности, снижению суммы поглощенных оснований и накоплению подвижных форм фосфора и калия. При совместном применении органических и минеральных удобрений (в различных от 1/3 до 1 НПК) отрицательное влияние минеральных удобрений нивелировалось за счет внесения высоких доз торфонавозного компоста, трансформации органического вещества в почве и в значительной степени улучшало агрохимические свойства дерново-подзолистой среднекультуренной почвы.

В наших исследованиях внесение органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте, а также

**Mineral and organic fertilizers, crop rotation, productivity of cultures, fertility of soil, potato, grass.**

## Агрономия

совместное их использование способствовало значительному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур.

Сбор клубней картофеля в среднем за год составил 11,0-15,4 т/га и превышал контроль на 16-62%. Наибольшая продуктивность получена при совместном внесении органических и минеральных удобрений (14-15 т/га) и превышала вариант без удобрений на 46-62% (табл. 2).

Повышение доз минеральных удобрений с 1/3 до 1 NPK способствовало увеличению урожайности клубней картофеля с 11 до 12,2 т/га, что на 16-28% выше контроля.

Органические удобрения в обеих дозах повышали урожай картофеля менее значительно (12-13 т/га), чем их

совместное внесение с минеральными удобрениями. Продуктивность клубней здесь была 14-15 т/га и превышала контроль на 37-62%.

Урожайность однолетних трав возрастала с повышением доз минеральных удобрений с 3,3 до 3,9 т/га сухого вещества и превышала контрольный вариант на 14-34%. Органические удобрения повышали урожайность трав до 3,4-3,8 т/га сухого вещества (в контроле – 2,9 т/га).

Совместное применение органических и минеральных удобрений значительно повышало урожайность однолетних трав. Так, внесение 40 и 80 т/га торфонавозного компоста и полного минерального удобрения повысило урожайность трав до 4,2-4,3 т/га, что превысило вариант без удобрений на 45-

48%. Пониженные дозы NPK (1/3 и 1/2 NPK), внесенные по фону торфонавозного компоста, снижали урожайность на 0,4-0,6 т/га (13-20%) по сравнению с использованием полной дозы NPK.

Применение минеральных удобрений для удобрения многолетних трав повышало урожайность сухого вещества с 4,4 до 5,7 т/га, что превышало продуктивность контрольного варианта на 47-90%. Торфонавозный компост в дозах 40 и 80 т/га, внесенный под картофель, увеличивал урожайность сухой массы многолетних трав до 3,7-4,1 т/га (в контроле – 3,0 т/га). Наиболее значительное повышение урожайности трав получено при совместном применении минеральных удобрений по фону органических. Внесение 40 т/га ТНК и трех доз минеральных удобрений повышало урожайность

Таблица 1  
Влияние длительного внесения удобрений в кормовом севообороте на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы (0-20 см), 1978-2008 гг.

Вариант	Общий гумус по Тюрину, %		рНКСI		Нг		S		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
					мг-экв. на 100 г почвы				мг/кг почвы			
	1978 г.	2008 г.	1978 г.	2008 г.	1978 г.	2008 г.	1978 г.	2008 г.	1978 г.	2008 г.	1978 г.	2008 г.
Без удобрений (контроль)	2,1	2,1	5,5	4,8	3,1	3,9	10,3	11,1	223	205	146	87
1/3 NPK	2,3	2,3	5,6	5,3	3,4	3,5	13,6	11,7	193	315	148	187
1/2 NPK	2,5	2,4	5,6	5,4	3,4	3,6	16,8	12,5	184	386	152	212
NPK	2,5	2,5	5,4	4,8	3,4	3,5	14,8	10,8	201	364	156	199
ТНК* 40 т/га – фон 1	2,5	2,6	5,2	5,4	3,7	3,2	15,3	11,6	211	402	148	204
Фон 1 + 1/3 NPK	2,4	2,7	5,3	5,5	3,7	3,1	13,9	10,7	212	421	162	218
Фон 1 + 1/2 NPK	2,4	2,6	5,2	5,5	3,4	3,3	14,6	11,2	246	392	178	196
Фон 1 + NPK	2,1	2,7	4,8	5,3	4,2	3,9	13,3	10,6	184	369	181	211
ТНК* 80 т/га – фон 2	2,4	3,0	5,3	5,6	3,8	3,5	15,5	10,5	201	401	170	192
Фон 2 + 1/3 NPK	2,0	2,6	5,1	5,4	3,9	3,7	11,7	10,2	180	385	173	202
Фон 2 + 1/2 NPK	2,6	2,9	5,2	5,5	4,4	3,8	13,0	10,7	240	409	185	214
Фон 2 + NPK	2,3	3,0	5,3	5,7	4,0	3,5	13,2	10,1	227	464	190	235
НСР <sub>05</sub>	0,23	0,25	0,32	0,36	0,41	0,48	0,84	0,91	21,4	46,3	25,3	22,1

\* ТНК – торфонавозный компост.

Таблица 2  
Влияние длительного применения органических и минеральных удобрений в кормовом севообороте на урожайность сельскохозяйственных культур (среднее за год)

Вариант	Сельскохозяйственные культуры					
	картофель (клубни)		многолетние травы (сухое вещество)		однолетние травы (сухое вещество)	
	урожайность, т/га	прибавка к контролю, %	урожайность, т/га	прибавка к контролю, %	урожайность, т/га	прибавка к контролю, %
Без удобрений (контроль)	9,5	–	3,0	46,7	2,9	–
1/3 NPK	11,0	15,8	4,4	46,7	3,3	13,8
1/2 NPK	11,6	22,1	4,9	63,3	3,6	24,1
NPK	12,2	28,4	5,7	90,0	3,9	34,6
ТНК* 40 т/га – фон 1	11,6	22,1	3,7	23,3	3,4	17,2
Фон 1 + 1/3 NPK	13,0	36,8	4,8	60,0	3,6	24,1
Фон 1 + 1/2 NPK	13,7	44,2	5,6	86,7	3,8	31,0
Фон 1 + NPK	13,9	46,3	6,2	106,7	4,2	44,8
ТНК* 80 т/га – фон 2	13,1	37,0	4,1	36,7	3,8	31,0
Фон 2 + 1/3 NPK	14,0	47,4	5,2	73,3	3,9	34,5
Фон 2 + 1/2 NPK	14,7	54,7	5,8	91,4	4,1	41,6
Фон 2 + NPK	15,4	62,1	6,6	120,0	4,3	48,2
НСР <sub>05</sub>	1,22	3,82	0,49	8,63	0,31	3,64

\* ТНК – торфонавозный компост.

## Агрономия

трав до 4,8-6,2 т/га, что превышало контроль на 60-107% выше варианта без удобрений.

Весьма большое значение при использовании удобрений имеет качество получаемой продукции. С повышением объемов внесения удобрений в органической или минеральной форме содержание сухого вещества в клубнях картофеля снижалось на 1-2%, что вполне согласуется с исследованиями С.А. Воробьева (1979) и М. Дибрук (1984).

Содержание азота, протеина и фосфора в клубнях картофеля по вариантам опыта изменялось незначительно. Отмечена тенденция к повышению содержания калия и кальция с увеличением доз удобрений. Количество крахмала составило 12-13% и приближалось к его оптимальному содержанию. Содержание нитратов составило 40-115 мг/кг при предельно допустимой концентрации 250 мг/кг.

Содержание сухого вещества в однолетних травах составило 19-21; фосфора – 0,62-0,72; кальция – 0,52-0,61% и практически не отличалось от количества этих элементов в контроле. С повышением доз удобрений со-

держание азота, протеина и калия увеличивалось наиболее значительно при совместном использовании ТНК и NPK. Так, содержание азота было 2,3; протеина – 14,4 и калия – 2,9-3,4%, тогда как эти показатели в контроле равнялись 1,9; 12,0 и 2,4% соответственно. Количество нитратов в однолетних травах составило 45-116 мг/кг, что значительно ниже ПДК.

В многолетних злаковых травах содержание сухого вещества, фосфора и кальция по вариантам опыта изменялось незначительно и было в пределах ошибки аналитических определений. Количество азота, протеина и калия в травах повышалось с увеличением доз удобрений. Наибольшее их содержание отмечено при совместном внесении удобрений: азота – на 0,3-0,4; протеина – на 2,0-2,5; калия – на 0,2-0,4%. Содержание нитратов было в пределах ПДК.

С экономической точки зрения наиболее рентабельно в кормовом севообороте возделывать картофель. При применении различных доз минеральных удобрений прибыль составила 130-142 тыс. руб. с 1 га. Совместное использование органических и мине-

ральных повышало прибыль с 1 га. Так, применение 40 т/га и ежегодное внесение NPK способствовали получению прибыли 148-156 тыс. руб. с 1 га. Увеличение дозы торфонавозного компоста до 80 т/га и ежегодное применение удобрений повышало прибыль с 1 га до 153-167 тыс. руб. Наибольшая прибыль получена при совместном применении 80 т/га ТНК и ежегодного использования минеральных удобрений и составила 167 тыс. руб. с 1 га.

По однолетним травам прибыль была 5-15, по многолетним – 5-16 тыс. руб. с 1 га. Наибольшая экономическая эффективность по данным культурам получена в вариантах с минеральными удобрениями.

Таким образом, оптимальным приемом удобрения сельскохозяйственных культур в кормовом севообороте является совместное применение органических (40 т/га 1 раз в 3 года) и минеральных удобрений (по выносу). При таком способе удобрения значительно повышается плодородие и продуктивность дерново-подзолистой почвы, а также экономическая эффективность удобрений.

## Литература

1. Кулаковская Т. Н. Почвенно-агрохимические основы получения высоких урожаев. Минск : Ураджай, 1978. 270 с.
2. Чеботарев Н. Т. и др. Влияние длительного внесения удобрений на плодородие подзолистой почвы и продуктивность культур в кормовом севообороте // Агрохимия. 2005. № 4. С. 5-9.
3. Чеботарев Н. Т. и др. Повышение плодородия дерново-подзолистой почвы средней тайги Европейского Севера // Агрохимический вестник. 2008. № 6. С. 35-36.