

Экономическая эффективность минеральных удобрений на дерново-подзолистых суглинистых почвах различной обеспеченности подвижными фосфатами

Т. Г. Синевич, соискатель, Ф. Н. Леонов, кандидат с.-х. наук
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 01.06.2017 г.)

В статье приведена оценка экономической эффективности минеральных удобрений на дерново-подзолистой суглинистой почве с различной степенью обеспеченности подвижным фосфором в звене севооборота: яровой ячмень – яровой рапс – овес. Определены дозы минеральных удобрений, обеспечивающие поддержание достигнутого уровня плодородия почв (по фосфору), высокую агрономическую эффективность, а также рентабельность возделывания сельскохозяйственных культур.

Введение

Продовольственная безопасность государства является одной из важнейших составляющих социально-экономического развития общества. Беларусь полностью обеспечивает свою продовольственную безопасность и независимость за счет внутреннего производства и расширяет объемы экспорта продовольствия. Проблемным остается эффективное использование ресурсов и рациональное землепользование [1].

Воспроизводство плодородия почв в современных условиях невозможно без рационального использования минеральных и органических удобрений. Содержание подвижных форм фосфатов является одним из основных признаков окультуренности дерново-подзолистых почв [2, 3]. Фосфорное питание растений зачастую становится фактором, лимитирующим урожайность и качество зерна. Различия в обеспеченности почв фосфором по полям и участкам заметно усилились в условиях высокой стоимости фосфорных удобрений и сложного экономического состояния хозяйств [4]. Значительные площади почв с низким и высоким содержанием подвижного фосфора требуют системного подхода к применению минеральных удобрений с учетом возможной окупаемости затрат прибавкой урожая различных культур [5]. Важным условием рационального применения минеральных удобрений является оценка их эффективности.

Целью данной работы является определение экономической эффективности возрастающих доз фосфорных удобрений на дерново-подзолистых суглинистых почвах со средним и высоким уровнем обеспеченности подвижными фосфатами по данным полевых опытов.

Методика исследований

Исследования эффективности возрастающих доз фосфорных удобрений в звене севооборота (яровой ячмень – яровой рапс – овес) проводили на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах с различным содержанием подвижного фосфора в два этапа. В 2001–2003 гг. в СПК «Прогресс-Вертелишки» Гродненского района были заложены мелкоделяночные полевые опыты, а в 2015–2016 гг. проведены производственные опыты в СПК «Озеры» Гродненского района (2015 г.) и в ОАО «Черлена» Мостовского района (2016 г.).

Почва опытного участка СПК «Прогресс-Вертелишки» со средней обеспеченностью подвижными фосфатами характеризовалась следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 6,4, содержание гумуса – 2,3 %, P_{2O_5} – 184 мг, K_2O – 386 мг на кг почвы. Почва с высоким содержанием подвижного фосфора имела следующие характеристики: pH_{KCl} – 5,7, содержание гумуса – 3,0 %, P_{2O_5} – 425 мг, K_2O – 391 мг на 1 кг почвы.

The article reviews the economical efficiency of mineral fertilizers on sod podzol loamy soils with different probability of moving phosphorus in crop rotation link such as barley spring rape oat. The doses of mineral fertilizers providing the reached level of soil quality maintaining (phosphorus), high agronomical efficiency as well as profitability of agricultural crops cultivation have been determined.

Опыт был развернут в пространстве на шести полях севооборота: по три поля на почве со средней (184 мг/кг почвы) и высокой (425 мг/кг почвы) обеспеченностью подвижным фосфором. Схема опыта включала 8 вариантов удобрений в четырехкратной повторности (таблица 1, 2, 3). Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 40 м². Агротехника возделывания культур соответствовала рекомендациям для Гродненской области.

Внесение фосфорных и калийных удобрений, а также часть азотных (N_{60} на зерновых культурах и N_{80} на рапсе) проводили весной в предпосевную культивацию. Оставшиеся дозы азотных удобрений применяли в подкормку: на зерновых культурах (N_{60}) – в фазе конец кущения – начало выхода в трубку; на рапсе – в фазе 4–5 листьев (N_{40}) и в фазе бутонизации (N_{30}).

Производственные опыты проводили на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, которая характеризовалась следующими агрохимическими показателями: почва со средней обеспеченностью подвижным фосфором – содержание гумуса – 2,2–2,6 %, P_{2O_5} – 163–220, K_2O – 210–340 мг/кг почвы, pH – 6,1–6,4; почва с высоким содержанием подвижного фосфора – содержание гумуса – 2,1–2,8 %, P_{2O_5} – 400–424, K_2O – 220–350 мг/кг почвы, pH – 6,1–6,5. Исследовали четыре варианта удобрений: 1) $N_{120}K_{110}$ (зерновые культуры) и $N_{150}K_{110}$ (яровой рапс) – фон; 2) фон + P_{40} ; 3) фон + P_{60} ; 4) фон + P_{100} . Общая площадь делянки – 0,5 га, повторность в опыте трехкратная, расположение делянок рендомизированное.

Расчет затрат по всем вариантам опытов был проведен в ценах 2016 г. Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в СПК «Озеры» представлена, согласно годовому отчету хозяйства, за 2015 г. Экономическая оценка по ячменю и овсу проведена с учетом двух условий реализации зерна: для продовольственных и фуражных целей. Цены реализации взяты из Постановления «Об установлении предельных максимальных цен на сельскохозяйственную продукцию урожая 2016 года,купаемую для государственных нужд»: ячмень продовольственный – 182,70 руб. за тонну, фуражный – 146,30 руб. за тонну, овес продовольственный класс 2 – 164,60 руб. за тонну и овес фуражный – 105,60 руб. за тонну. Стоимость семян ярового рапса взята по средней цене реализации за 2016 г. из годового отчета хозяйства (750 руб. за тонну).

Результаты исследований и их обсуждение

На среднеобеспеченной фосфатами почве наибольшее достоверное повышение урожая зерна ячменя и овса – на 72–76 % установлено в варианте удобрений N₁₂₀P₆₀K₁₁₀ (таблица 1).

В контрольном варианте без удобрений урожайность ячменя составила 29,0 ц/га с чистым доходом 224,41 руб./га при реализации зерна на продовольственные цели и почти вдвое меньше – 118,85 руб./га – при использовании на корм скоту. Наибольший чистый доход – соответственно 292,22 и 136,07 руб./га получен при одностороннем внесении азотного удобрения N₁₂₀. Разумеется, такой вариант удобрения неприемлем, так как он сопровождается истощением запасов других элементов питания и последующей деградацией плодородия почв. При сбалансированном минеральном питании и урожайности ячменя 50 ц/га получен несколько меньший, но значительный чистый доход – 248,00 руб./га на продовольственном зерне и 50,00 руб./га – при использовании зерна на фураж.

При возделывании овса на продовольствие экономически оправданным является вариант удобрений N₁₂₀P₆₀K₁₁₀, обеспечивающий наибольший урожай зерна, чистый доход 226,00 руб./га и рентабельность инвестиций 35 %. При возделывании фуражного овса любые варианты удобрений не окупаются стоимостью прибавки урожая зерна и лишь удорожают себестоимость продукции.

На почве с высокой степенью обеспеченности подвижным фосфором наибольший чистый доход также был получен при реализации зерна на продовольственные цели в варианте с внесением азота в дозе N₁₂₀ и составил на ячмене 370,88 руб./га, а на овсе – 361,66 руб./га (таблица 2). Этот же вариант был наиболее эффективен с экономической точки зрения и при реализации зерна на фуражные цели: величина чисто-

го дохода на ячмене и овсе составила соответственно 197,62 и 58,40 руб./га. Однако данный вариант применения удобрений является неприемлемым, так как одностороннее внесение азотных удобрений, наряду с увеличением урожайности сельскохозяйственных культур, обуславливает больший вынос питательных элементов из почвы, что в свою очередь приводит к снижению уровня ее плодородия.

В оптимальных с агрономической точки зрения вариантах (фон + P₄₀) величина чистого дохода составила 337,48 и 316,64 руб./га при реализации зерна соответственно ячменя и овса на продовольственные цели. В случае реализации фуражного зерна экономический эффект заметно снижается: чистый доход на ячмене составляет 144,93 руб./га, а вот в посевах овса данный вариант применения удобрений убыточен (–17,30 руб./га)

Таким образом, при выращивании продовольственно-го зерна оптимальные дозы удобрений по урожайности и по окупаемости затрат на удобрения совпадают. При возделывании фуражного зерна окупаемость затрат резко снижается по мере повышения доз удобрений. Поэтому на почве с высоким содержанием подвижных фосфатов экономически оптимальным вариантом удобрений под фуражный ячмень и овес может быть фон + P₂₀. При этом варианте удобрений можно поддерживать должный уровень подвижных фосфатов в почве, получая чистый доход 164,52 и 6,63 руб./га соответственно.

Возделывание ярового рапса требует высоких капиталовложений на 1 га посева. Связано это, прежде всего, с высокими затратами на фунгициды, гербициды и инсектициды, а также с более высокими дозами минеральных удобрений, без применения которых выращивание ярового рапса является нецелесообразным. Однако высокая цена реализации маслосемян обусловила получение высокого чистого дохода с 1 га посева ярового рапса: от 739,74 до 1397,14 руб. (таблица 3). Следует отметить,

Таблица 1 – Экономическая эффективность возделывания ячменя и овса в зависимости от доз удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве со средним уровнем обеспеченности подвижными фосфатами (P₂O₅ – 184 мг/кг почвы)

Вариант	Урожайность, ц/га зерна (среднее за 3 года)	Всего затрат, руб./га	Чистый доход, руб./га, при реализации зерна на		Рентабельность, %, при реализации зерна на	
			продовольствие	фураж	продовольствие	фураж
Ячмень						
Контроль	29,0	305,42	224,41	118,85	73	39
N ₁₂₀	42,9	491,56	292,22	136,07	59	28
N ₁₂₀ K ₁₁₀ – фон	44,3	535,00	274,00	99,82	51	19
Фон + P ₂₀	45,7	578,00	257,00	76,88	44	13
Фон + P ₄₀	47,4	621,00	245,00	58,24	39	9
Фон + P ₆₀	50,0	666,00	248,00	50,50	37	8
Фон + P ₈₀	51,4	709,00	230,00	27,58	32	4
Фон + P ₁₀₀	51,5	750,00	191,00	–12,00	25	–2
Овес						
Контроль	30,3	287,16	211,58	108,39	74	38
N ₁₂₀	44,0	473,11	251,13	–8,47	53	–2
N ₁₂₀ K ₁₁₀ – фон	46,1	517,00	242,00	–30,18	47	–6
Фон + P ₂₀	48,1	561,00	231,00	–53,06	41	–9
Фон + P ₄₀	49,6	604,00	212,00	–80,22	35	–13
Фон + P ₆₀	53,3	651,00	226,00	–88,15	35	–14
Фон + P ₈₀	54,6	694,00	205,00	–117,32	29	–17
Фон + P ₁₀₀	54,8	735,00	167,00	–156,31	23	–21
НСР ₀₅ для урожайности ячменя 1,6 ц/га, овса – 1,5 ц/га						

что наибольший экономический эффект был достигнут при внесении фосфорного удобрения в дозе P₆₀ на фоне N₁₅₀K₁₁₀.

В посевах ярового рапса оптимальный вариант применения удобрений с агрономической точки зрения (фон + P₆₀) был и экономически наиболее эффективен:

Таблица 2 – Экономическая эффективность возделывания ячменя и овса в зависимости от доз удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве с высоким уровнем обеспеченности подвижными фосфатами (P₂O₅ – 425 мг/кг почвы)

Вариант	Урожайность, ц/га зерна	Всего затрат, руб./га	Чистый доход, руб./га, при реализации зерна на		Рентабельность, %, при реализации зерна на	
			продовольствие	фураж	продовольствие	фураж
Ячмень						
Контроль	32,4	310,57	281,38	163,44	91	53
N ₁₂₀	47,6	498,77	370,88	197,62	74	40
N ₁₂₀ K ₁₁₀ – фон	49,4	542,00	360,54	180,72	67	33
Фон + P ₂₀	51,3	586,00	351,25	164,52	60	28
Фон + P ₄₀	52,9	629,00	337,48	144,93	54	23
Фон + P ₆₀	53	671,00	297,31	104,39	44	16
Фон + P ₈₀	52,1	710,00	241,87	52,22	34	7
Фон + P ₁₀₀	50,7	749,00	177,29	-7,26	24	-1
Овес						
Контроль	34,5	293,55	274,32	70,77	93	24
N ₁₂₀	51,4	484,38	361,66	58,40	75	12
N ₁₂₀ K ₁₁₀ – фон	52,6	527,00	338,80	28,46	64	5
Фон + P ₂₀	54,7	571,00	329,36	6,63	58	1
Фон + P ₄₀	56,6	615,00	316,64	-17,30	51	-3
Фон + P ₆₀	55,9	655,00	265,11	-64,70	40	-10
Фон + P ₈₀	55,7	695,00	221,82	-106,81	32	-15
Фон + P ₁₀₀	55,2	735,00	173,59	-152,09	24	-21
НСР ₀₅ для урожайности ячменя 1,6 ц/га, овса – 1,4 ц/га						

Таблица 3 – Экономическая эффективность возделывания ярового рапса в зависимости от доз удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве различной обеспеченности подвижными фосфатами

Вариант	Урожайность, ц/га семян (среднее за 3 года)	Всего затрат, руб./га	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
P₂O₅ – 184 мг/кг почвы				
Контроль	16,9	527,76	739,74	140
N ₁₅₀	24,3	745,94	1076,56	144
N ₁₅₀ K ₁₁₀ – фон	26,4	790,34	1189,66	151
Фон + P ₂₀	27,7	833,34	1244,16	149
Фон + P ₄₀	29,9	877,83	1364,67	155
Фон + P ₆₀	30,9	920,36	1397,14	152
Фон + P ₈₀	31,4	962,12	1392,88	145
Фон + P ₁₀₀	31,7	1003,43	1374,07	137
P₂O₅ – 425 мг/кг почвы				
Контроль	20,1	533,21	974,29	183
N ₁₅₀	29,6	754,89	1465,11	194
N ₁₅₀ K ₁₁₀ – фон	31,3	798,54	1548,96	194
Фон + P ₂₀	32,8	841,85	1618,15	192
Фон + P ₄₀	33,7	884,21	1643,29	186
Фон + P ₆₀	34,8	926,9	1683,1	182
Фон + P ₈₀	34,6	967,43	1627,57	168
Фон + P ₁₀₀	34,8	1008,73	1601,27	159
НСР ₀₅ для урожайности рапса 1,0–1,1 ц/га				

Таблица 4 – Экономическая эффективность возделывания культур звена севооборота в зависимости от доз удобрений и уровня обеспеченности почв подвижным фосфором

Вариант	Всего затрат, руб./га	Чистый доход, руб./га, при реализации зерна на		Рентабельность, %, при реализации зерна на	
		продовольствие	фураж	продовольствие	фураж
P_2O_5 – 184 мг/кг почвы					
Контроль	1120,34	1175,73	966,98	105	86
N ₃₉₀	1710,61	1619,91	1204,16	95	70
N ₃₉₀ K ₃₃₀ – фон	1842,34	1705,66	1259,3	93	68
Фон + P ₆₀	1972,34	1732,16	1267,98	88	64
Фон + P ₁₂₀	2102,83	1821,67	1342,69	87	64
Фон + P ₁₈₀	2237,36	1871,14	1359,49	84	61
Фон + P ₂₄₀	2365,12	1827,88	1303,14	77	55
Фон + P ₃₀₀	2488,43	1732,07	1205,76	70	48
P_2O_5 – 425 мг/кг почвы					
Контроль	1137,33	1529,99	1208,50	135	106
N ₃₉₀	1738,04	2197,65	1721,13	126	99
N ₃₉₀ K ₃₃₀ – фон	1867,54	2248,30	1758,14	120	94
Фон + P ₆₀	1998,85	2298,76	1789,30	115	90
Фон + P ₁₀₀ – опт*	2083,90	2363,71	1854,25	113	89
Фон + P ₁₂₀	2128,21	2297,41	1770,92	108	83
Фон + P ₁₈₀	2252,9	2245,52	1722,79	100	76
Фон + P ₂₄₀	2372,43	2091,26	1572,98	88	66
Фон + P ₃₀₀	2492,73	1952,15	1441,92	78	58

Примечание – *Фон + P₁₀₀ – опт = (P₂₀ под ячмень и овес + P₆₀ под рапс).

в нем получен максимальный чистый доход, который составил 1683,10 руб./га при рентабельности 182 %.

Проанализировав суммарную экономическую эффективность возделывания культур звена севооборота (таблица 4), можно сделать вывод, что на почве со средним содержанием подвижных фосфатов наибольший чистый доход обеспечивает внесение фосфорных удобрений в дозе P₆₀ на соответствующем азотно-калийном фоне: 1871 руб./га при реализации зерна на продовольственные цели и 1258 руб./га при реализации на фураж. На высокообеспеченной фосфором почве дозу фосфорных удобрений под зерновые культуры следует уменьшить до P₂₀ на фоне N₁₂₀K₁₁₀, а под рапс оставить на прежнем уровне (фон + P₆₀). Такие варианты внесения удобрений обеспечивают получение чистого дохода (в сумме за три года) в размере 2364 руб./га при реализации продовольственного зерна и 1854 руб./га при реализации фуражного зерна.

Таким образом, повышение содержания подвижных фосфатов в почве со 184 до 425 мг P₂O₅ на кг почвы обеспечивает увеличение чистого дохода за звено севооборота на 493–495 руб./га при одновременном уменьшении суммарной дозы фосфорного удобрения с P₁₈₀ до P₁₀₀.

Анализ экономической эффективности применения удобрений при возделывании культур в условиях производственного опыта подтвердил полученные ранее результаты. На среднеобеспеченной фосфором почве наибольший чистый доход 138–234 руб./га на зерновых культурах и 366–737 руб./га на рапсе при рентабельности инвестиций 24–80 % получен в том же варианте удобрений: фон + P₆₀. На почве с высоким содержанием подвиж-

ного фосфора максимальный чистый доход при возделывании зерновых культур был получен в варианте: фон + P₄₀ (218–295 руб./га), а ярового рапса – в варианте: фон + P₆₀ (397–872 руб./га).

Заключение

На дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах со средним содержанием подвижных фосфатов наибольший экономический эффект получен при внесении фосфорных удобрений в дозе P₆₀ на соответствующем фоне азотных и калийных удобрений (N₁₂₀K₁₁₀ для зерновых культур и N₁₅₀K₁₁₀ для ярового рапса). Возделывание звена севооборота: ячмень – яровой рапс – овес обеспечило чистый доход (за три года) в сумме 1871 руб./га при реализации зерна на продовольственные цели и 1258 руб./га – при реализации кормового зерна с рентабельностью 84 и 56 % соответственно.

При высокой степени обеспеченности почв подвижным фосфором экономически обосновано снижение дозы фосфорного удобрения под зерновые культуры до P₂₀. Оптимальный вариант – N₁₂₀P₂₀K₁₁₀ под ячмень и овес и N₁₅₀P₆₀K₁₁₀ под яровой рапс – в сумме за 3 года обеспечивает чистый доход 2364 руб./га с рентабельностью 113 % при реализации зерна на продовольственные цели. При реализации ячменя и овса на корм животным суммарный чистый доход уменьшается до 1854 руб./га, а рентабельность – до 89 %.

На всех почвах и вариантах удобрений основная масса чистого дохода образуется за счет возделывания рапса.

Литература

1. Гусаков, В. Г. Механизм рыночной организации аграрного комплекса: оценка и перспективы / В. Г. Гусаков. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 363 с.
2. Вильдфлуш, И. Р. Фосфор в почвах и земледелии Беларуси / И. Р. Вильдфлуш, А. Р. Цыганов, В. В. Лапа. – Мн.: Хата, 1999. – 196 с.
3. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Мн.: УП «Технопринт», 2005. – 276 с.
4. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (2009–2012) / И. М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2015. – 276 с.
5. Оптимизация и поддержание агрохимических свойств дерново-подзолистых почв, обеспечивающих стабильно высокую урожайность и качество продукции основных сельскохозяйственных культур: (рекомендации) / И. М. Богдевич [и др.]; РУП "Институт почвоведения и агрохимии". – Минск, 2011. – 48 с.