

УДК 635.21:631.84 (476.6)

АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

П.И. Мазуро, Г.А. Гесть

УО «Гродненский государственный аграрный университет», Беларусь

РЕЗЮМЕ

Для получения на дерново-подзолистой супесчаной почве урожайности картофеля более 220 ц/га необходимо запахивать в качестве пожнивной культуры пелюшко-редьковую смесь совместно с 20 т/га навоза. Это способствует окупаемости одного килограмма действующего вещества азота 93,8 кг клубней и сбору с 1 га 30,3 ц крахмала.

Ключевые слова: картофель, пожнивные, удобрения, азот, окупаемость, сбор крахмала, урожайность, экономическая эффективность.

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в хозяйствах республики, в связи с уменьшением поголовья скота и сокращением заготовки торфа на подстилку, использование органических удобрений уменьшилось примерно на одну треть, что отразилось на нормах внесения их под пропашные культуры, и, в частности, под картофель. В то же время для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в пахотных почвах республики необходимо вносить в среднем на гектар севооборотной площади не менее 10-12 т органических удобрений. В решении этой важной задачи в земледелии определенную роль должно сыграть широкое использование сидератов, соломы, гидролизного лигнина, костры и т. д. В этом плане большое значение имеет расширение посевов пожнивных и других промежуточных культур до 30 % площади пашни [7].

Ряд авторов [3, 5, 6] считают, что за счет растительных остатков промежуточных культур ежегодно на гектар пашни дополнительно поступает 9,7-10,5 ц абсолютно сухой органической массы, что соответствует по сухому веществу 4,8-5,1 т подстилочного навоза. При запашке 300-350 ц/га зеленой массы сидеральных культур в почву поступает 150-200 кг/га азота, что равноценно внесению 30-40 т/га навоза [4].

Картофель требует внесения как органических, так и минеральных удобрений. По результатам многочисленных исследований, выполненных в условиях республики, установлено, что урожайность клубней различных сортов картофеля может достигнуть 300-350 ц/га и выше [1]. Получение такой урожайности возможно только при внесении оптимальных доз азота, который является важнейшим элементом питания (его доля в формировании урожая составляет более 20 %). Однако для получения хорошего качества клубней растения должны получать в необходимой форме и нужном количестве не только азот, но и другие элементы питания. Высокое одностороннее питание азотом способствует росту растений картофеля, но, одновременно, тормозит развитие клубней и снижает их качество [2].

В связи с выше изложенным целью данных исследований состояла в оценке эффективности возрастающих доз сульфата аммония на фоне применения различных видов и количества органических удобрений на урожайность и качество клубней картофеля.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Для решения поставленной цели в 2001-2005 гг. на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет» проводили исследования на дерново-подзолистой супесчаной, подстилаемой с глубины 0,5-0,6 м моренным суглинком почве, пахотный горизонт (0-22 см) которой имел следующие агрохимические показатели: рН (КС1) 5,8-6,1, гумуса - 1,78-1,86 %, содержание подвижного фосфора - 226-254 мг и обменного калия - 168-184 мг/кг почвы.

Опыты проводили по общепринятой методике. Общая площадь делянки 67 м², учетная - 42 м², повторность трехкратная.

Технология возделывания изучаемых в опыте культур общепринятая для данной зоны и соответствует рекомендациям научно-исследовательских учреждений.

Выращивание картофеля сорта Лазурит в опыте проводили на фоне Р70К150, которые вносили под культивацию с боронованием. Сульфат аммония вносили в период появления всходов по следующей схеме: N₀, N₄₀, N₈₀, N₁₂₀. Навоз в почву заделывали весной под перепашку во вторую декаду апреля. Картофель сажали в предварительно нарезанные гребни в третьей декаде апреля картофелесажалкой КСМ-4.

Погодные условия в годы проведения опытов различались между собой и отличались от среднемноголетних данных. Менее благоприятными для формирования урожая картофеля (высокая температура воздуха в июле и августе при выпадении недостаточного количества осадков) оказались условия 2001, 2002 и 2005 гг., в то время как в 2003-2004 гг. они позволили сформировать высокий урожай клубней. Меньше нормы выпало осадков в конце июля и августе 2002 г. Недостаток осадков отмечен на протяжении вегетационного периода 2003 г. В остальные периоды годов исследований погодные условия способствовали формированию высокого урожая культуры.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Опыты проводили в двух направлениях. Было оценено влияние различных доз азотных удобрений на урожайность картофеля при различных нормах внесения навоза. Кроме этого изучали действие азотных удобрений на урожайность и качество клубней при различном использовании пожнивной культуры с дополнительным внесением навоза и без него.

В первом опыте установлено (таблица 1), что при возделывании картофеля без внесения азота и навоза (контроль) получено в среднем за годы исследований 88 ц/га клубней. Применение возрастающих доз азота до 120 кг/га действующего вещества позволило повысить урожайность культуры по сравнению с контрольным вариантом до 174 ц/га. При этом каждая последующая доза азота повышала урожайность по сравнению с предыдущим внесением на 30-36 %.

*<

Таблица 1 - Влияние доз азотных удобрений на урожайность и качественные показатели картофеля

| N п/п | Вариант опыта | Доза азота, кг/га | Урожайность, ц/га | Окупаемость удобрений, кг | | Сбор крахмала с урожаем, ц/га |
|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|-------|-------------------------------|
| | | | | навоза | азота | |
| 1. | Фон-Р70 К150 (контроль) | 0 | 88 | - | - | 12,6 |
| | | 40 | 118 | - | 75 | 16,5 |
| | | 80 | 151 | - | 78,8 | 20,8 |
| | | 120 | 174 | - | 71,7 | 24,2 |
| 2. | Фон + 20 т/га навоза | 0 | 109 | 105 | - | 15,4 |
| | | 40 | 141 | - | 80 | 19,8 |
| | | 80 | 178 | - | 86,3 | 24,0 |
| | | 120 | 202 | - | 77,5 | 27,7 |
| 3. | Фон + 40 т/га навоза | 0 | 150 | 155 | - | 20,8 |
| | | 40 | 178 | - | 70 | 24,6 |
| | | 80 | 202 | - | 65 | 27,5 |
| | | 120 | 226 | - | 63,3 | 30,1 |
| НСР ₀₅ | | 6,8-14,1 | | | | |

Внесение под картофель навоза в количестве 20 и 40 т/га положительно сказалось на росте урожайности. В этих вариантах она возросла по сравнению с фоном без навоза до 109 и 150 ц/га, или превышала контрольный вариант соответственно на 24 и 70 %. Применение навоза способствовало повышению эффективности азота. Так, если на контрольном варианте при N₈₀ получено 151 ц/га клубней, при внесении 20 т/га навоза и такого же количества азота - 178 ц/га (урожайность клубней на данном варианте была примерно одинаковой с контрольным вариантом, где вносилось N₁₂₀ - 174 ц/га), то при внесении 40 т/га навоза - 202 ц/га. То есть, здесь отмечена такая же урожайность, как и при выращивании картофеля с внесением 20 т/га навоза и применением азота в количестве N_m. Тем не менее, наиболее

высокий урожай клубней картофеля получен при внесении 40 т/га навоза и 120 кг/га действующего вещества азота (226 ц/га).

Определенный интерес в исследованиях представляет окупаемость единицы удобрений урожаем клубней картофеля. При применении 20 т/га навоза окупаемость тонны составила 105 кг клубней. Более высокой она была при внесении 40 т/га навоза - 155 кг.

Применение возрастающих доз азота, при выращивании картофеля по навозу, по-разному сказалось на окупаемости килограмма азота урожаем по сравнению с контролем. Особенно высокой она была при внесении 20 т/га навоза. Дальнейшее увеличение нормы внесения навоза до 40 т/га привело к снижению окупаемости килограмма азота. Если на контроле при применении 40 кг/га действующего вещества азота окупаемость составила 75 кг клубней, то на фоне 20 т/га навоза она повысилась до 80 кг, а при внесении 40 т/га навоза окупаемость при дайной дозе азота снизилась до 70 кг. Следует отметить, что повышалась окупаемость килограмма азота урожаем до уровня 80 кг/га действующего вещества как на контроле, так и при внесении 20 т/га навоза, соответственно до 78,8 и 86,3 кг. Дальнейшее усиление азотного питания до N120 привело к снижению окупаемости до 71,7 и 77,5 кг на килограмм действующего вещества азота. При выращивании картофеля при внесении 40 т/га навоза самая высокая окупаемость урожаем клубней получена при применении минимальной дозы азота (N40) - 70 кг. Дальнейшее повышение азотного питания приводило к снижению окупаемости при N₀ до 65 кг, при N₁₂₀ - до 63,3 кг клубней.

Сбор крахмала увеличивался пропорционально вносимым удобрениям. Самый высокий его выход отмечен в варианте с 40 т/га навоза и N120 - 30,1 ц/га. При этом сохранялась закономерность внесения 80 кг действующего вещества азота в последующем варианте, чем 120 кг - в предыдущем.

Пожнивные культуры являются важным фактором интенсификации земледелия. Обычно зеленая масса их используется на корм, но может запахиваться на сидерат.

За годы проведения исследований достаточно высокую урожайность зеленой массы в пожнивных посевах после озимого тритикале обеспечила редька масличная. Урожайность ее колебалась от 58 в засушливом 2002 г. до 236 ц/га - в 2000 г., что позволило в среднем получить 182 ц/га зеленой массы. Однако смесь ее с пелюшкой была более урожайной - 196 ц/га. Люпин кормовой в пожнивных посевах обеспечил получение ПО ц/га (урожайность колебалась от 18 до 188 ц/га). Несколько выше получена урожайность зеленой массы при посеве люпина в смеси с пелюшкой - 125 ц/га (находилась в пределах 29-214 ц/га).

Использование в качестве предшественника выше указанных культур положительно сказалось на урожайности клубней картофеля по сравнению с размещением его по зерновым. В данном опыте под картофель вносили минеральные удобрения из расчета N₈₀P₇₀Ki₅₀-

Размещение картофеля после пожнивных культур, масса которых используется на корм, позволило получить 148-151 ц/га клубней, что на 17-18 ц/га больше, чем при посадке его после озимого тритикале. В опыте не отмечено существенных различий в урожае картофеля по изучаемым пожнивным культурам. Более существенно повышалась урожайность клубней при запашке всей массы изучаемых пожнивных культур на сидерат. В этом случае урожайность возросла по сравнению с контролем на 34-37 ц/га, или на 23-25 %. Изучение сроков запашки массы на сидерат показало, что урожайность картофеля практически не изменяется как при осенней запашке, так и при весенней. Различия в среднем за пять лет составили 2-3 ц/га, хотя в отдельные годы достигали большей величины (4-8 ц/га).

Оценка эффективности внесения возрастающих доз азота под картофель проведена в опыте, где в качестве поживной культуры высевали смесь пелюшки с редькой, которую использовали как зеленый корм, так и на сидерат (таблица 2).

Установлено, что посадка картофеля после поживной смеси, которая использовалась на зеленый корм, позволила получить без внесения азота 97 ц/га клубней, что на 10 % больше, чем в контрольном варианте. Применение под культуру на данном варианте от 40 до 120 кг/га действующего вещества азотных удобрений способствовало повышению урожайности на 28-92 ц/га. При дополнительном внесении 20 и 40 т/га навоза она возрастала до 208-240 ц/га.

Запашка поживной культуры, как зеленого удобрения, с внесением возрастающих доз азотных удобрений способствовала увеличению урожайности клубней картофеля от 124 до 212 ц/га, а

внесение дополнительно 20 т/га навоза - от 149 до 253 ц/га. Однако по чистой сидерации урожайность была ниже по сравнению с вариантами с дополнительным внесением 40 т/га навоза после пожнивной культуры на зеленую массу.

Среди изучаемых органических удобрений самой высокой окупаемостью одной тонны отличаются растительные остатки пожнивной смеси пелюшки с редькой масличной на зеленый корм (167 кг клубней). Несколько ниже она была при запашке всей массы пожнивной смеси на сидерат - 144 кг. При внесении 20 т/га навоза по корневым остаткам пожнивной культуры окупаемость составила 118,2 кг клубней. Немного выше была окупаемость тонны органических удобрений при запашке после пожнивных культур на зеленый корм 40 т/га навоза - 147,6 кг, что на 12 кг больше, чем в варианте, где в качестве органических удобрений использовали пожнивную смесь на сидерат и 20 т/га навоза.

| N п/п | Вариант опыта | Доза азота, кг/га | Уро- жай- ность, ц/га | Окупаемость удобрений, кг клубней | | | | Сс кр | |
|-------------------|---|-------------------------|--------------------------------|---|-------------------------------------|----------------------------|-------|--|--------------|
| | | | | органические удобрения, т | | | | | |
| N п/п | Вариант опыта | Доза азота, кг/га | Уро- жай- ность, ц/га | Окупаемость удобрений, кг клубней | | | | Сбор крах- мала с уро- жаем, ц/га | |
| | | | | раст. остатки пожнив, культур (5,4) | пожн. на си- дерат (25) | пожнивные + навоз, т/га | | | азота, кг |
| 20 | 40 | | | | | | | | |
| 1. | Контроль-Р1 20К150 (контроль) | 0 | 88 | - | - | - | - | - | 12,6 |
| 2. | Фон + пожнивные культуры на зеленую массу | 0 | 97 | 167 | - | - | - | - | 13,8 |
| | | 40 | 125 | | | | | 70,0 | 17,0 |
| | | 80 | 163 | | | | | 82,5 | 22,5 |
| | | 120 | 189 | | | | | 76,7 | 25,7 |
| 3. | Фон + пожнивные культуры на зеленую массу + 20 т/га навоза | 0 | 118 | | | 118,2 | - | - | 16,7 |
| | | 40 | 147 | | | | | 72,5 | 20,6 |
| | | 80 | 184 | | | | | 82,5 | 24,8 |
| | | 120 | 208 | | | | | 75,0 | 28,5 |
| 4. | Фон + пожнивные культуры на зеленую массу + 40 т/га навоза | 0 | 155 | | | | 147,6 | - | 21,4 |
| | | 40 | 188 | | | | | 73,9 | 26,0 |
| | | 80 | 215 | | | | | 75,0 | 29,3 |
| | | 120 | 240 | | | | | 70,8 | 32,0 |
| 5. | Фон + пожнивные культуры на сидерат | 0 | 124 | | 144 | | | - | 17,6 |
| | | 40 | 161 | | | | | 75,5 | 22,3 |
| | | 80 | 186 | | | | | 77,5 | 26,3 |
| | | 120 | 212 | | | | | 73,3 | 28,9 |
| 6. | Фон + пожнивные культуры на сидерат + 20 т/га навоза | 0 | 149 | | | 135,6 | | - | 20,8 |
| | | 40 | 190 | | | | | 90,2 | 26,1 |
| | | 80 | 224 | | | | | 93,8 | 30,3 |
| | | 120 | 253 | | | | | 82,5 | 33,0 |
| НСР ₀₅ | | 7,2-13,8 | | | | | | | |

Установлено также, что окупаемость единицы азотного удобрения по изучаемым видам органических удобрений под картофель положительно влияет на окупаемость его урожаем. При этом наблюдали рост окупаемости килограмма действующего вещества азота по сравнению с опытом без промежуточных культур (таблица 1), особенно в вариантах, где в качестве органического удобрения использовали пожнивные культуры на зеленое удобрение и значительно - при дополнительном внесении 20 т/га навоза. При этом, как и в первом случае при внесении азота в дозе N₈₀, отмечена самая высокая окупаемость единицы азотного удобрения. И снова внесение такого количества удобрения в последующем варианте превосходит N₁₂₀ - в предыдущем.

Выполненные расчеты по сбору крахмала показали, что, несмотря на снижение его в клубнях при применении возрастающих доз азота, наиболее высокий сбор получен при внесении азота в дозе N₁₂₀ по всем видам органических удобрений. Особенно высоким он был по сидеральным культурам с внесением 20 т/га навоза (33 ц/га).

На основании проведенного анализа можно заключить, что применение возрастающих доз азота под картофель, который возделывается после пожнивной смеси на корм или на сидерат, а также с дополнительным внесением 20 или 40 т/га навоза, способствует значительному повышению урожайности клубней и высокому сбору крахмала с гектара. Доза азота 80 кг/га действующего вещества является оптимальной по окупаемости урожайностью культуры.

Интенсификация сельского хозяйства в республике, ориентированная в прошлом на неограниченное потребление энергоресурсов, на современном этапе должна быть направлена на энерго-и ресурсосберегающие технологии.

Необходимое количество производимой продукции в Республике Беларусь должно достигаться за счёт сокращения удельных затрат, трудовых и материально-технических ресурсов. Поэтому очень важным вопросом при внедрении любых мероприятий является определение экономической и энергетической эффективности применения их, то есть получение максимального эффекта при минимуме затрат.

Обоснование эффективности внесения доз азотных удобрений под картофель в наших исследованиях даст возможность выбрать и рекомендовать в производство оптимальный вариант. Выше, при проведении оценки результатов исследований по натуральным показателям, установлено, что во всех вариантах опыта самая высокая урожайность картофеля и сбор крахмала получены при N_{20} . Однако окупаемость единицы удобрения оказалась выше при внесении N_{80} (урожайность клубней при этом незначительно отставала по сравнению с последующей). Поэтому экономическая и энергетическая оценка вариантов опыта связывалась с дозой азота N_{80} .

В ходе исследований установлено (таблица 3), что лучшим с экономической и энергетической точки зрения является вариант с заашкой 20 т/га навоза и пожнивной культуры на зеленое удобрение, так как уровень рентабельности составил 81 %, а биоэнергетический коэффициент - 3,3.

Таблица 3 - Экономическая и биоэнергетическая оценка применения удобрений под картофель

| Показатели | Вариант опыта | | | | | |
|--|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1. Урожайность с 1 га, ц | 88 | 163 | 184 | 215 | 186 | 224 |
| 2. Прибавка урожая, ц/га | - | 75 | 96 | 127 | 98 | 136 |
| 3. Стоимость продукции, тыс. руб. | 3872 | 7172 | 8096 | 9460 | 8184 | 9856 |
| 4. Производственные затраты на 1 га, тыс. руб. | 4784 | 4895 * | 5115 | 5333 | 5224 | 5444 |
| 8. Чистый доход (прибыль) с 1 га, тыс. руб. | -912 | 2277 | 2981 | 4127 | 2960 | 4412 |
| 5. Себестоимость 1 ц продукции, тыс. руб. | 54,4 | 30,0 | 27,8 | 24,8 | 26,4 | 24,3 |
| 9. Уровень рентабельности, % | -19,1 | 46,5 | 58,3 | 77,4 | 56,7 | 81,0 |
| 10. Затраты энергии, МДж/га | 18283 | 19147 | 22605 | 25664 | 21665 | 26114 |
| 11. Выход энергии с 1 га, МДж | 33440 | 61940 | 69920 | 81700 | 70680 | 85120 |
| 12. Биоэнергетический коэффициент | 1,8 | 3,1 | 3,1 | 3,2 | 3,2 | 3,3 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетними исследованиями установлено следующее:

1. При размещении картофеля после пожнивных промежуточных культур, убираемых на зеленую массу, урожайность клубней повышается на 10,2 % по сравнению с контролем, а при заашке их на сидерат - на 40,9 %.

2. Совместное применение пожнивных культур на зеленое удобрение и 20 т/га навоза по эффективности превосходит внесение 40 т/га навоза - урожайность клубней возросла при внесении N_{80} на 11,1 %, N_{120} - на 11,9 %.

3. Для получения урожайности картофеля сорта Лазурит 189-253 ц/га клубней или и 26-33 ц/га крахмала необходимо вносить N_{120} по всем видам органических удобрений. При недостатке азотных удобрений можно ограничиться 80 кг действующего вещества (202-224 ц/га).

4. Увеличение дозы азота более чем на 80 кг действующего вещества снижает окупаемость единицы удобрения.

5. Более экономически выгодным и менее энергозатратным является вариант с заашкой зеленого удобрения совместно с 20 т/га навоза и внесением N_{80} .

Литература

1. Банадысев, С.А. Технология возделывания продовольственного картофеля / С.А. Банадысев // Земляробства I ахова раслш. - 2005. - № 3. - С. 52-55.

2. Босак, В.Н. Качество клубней при применении различных доз удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В.Н. Босак // Земляробства і ахова раслш. - 2005. - № 3. - С. 22-23.

3. Булавин, Л. А. Агрэколагічныя аспекты адаптыўнай інтэнсіфікацыі земледзя / Л.А. Булавин // Обзорная информация ВНИИТЭИСХ «Сельскохозяйственная наука и производство». - М, 1985. - № 5. - С. 1-9.

4. Минеев, В.Г. Биологическое земледелие и минеральные удобрения / В.Г. Минеев, Б. Дебрецени, Т. Мазур. - М.: Колос, 1993. - 378 с.

5. Никончик, П.И. Интенсивное использование пашни / П.И. Никончик. - Минск: Ураджай, 1995. - 388 с.

6. Никончик, П.И. Агрэаганамічныя асновы сістэм выкарыстання зямлі / П.И. Никончик. - Минск: Беларуская навука, 2007. - 532 с.

7. Смеян, Н.И. Легкие почвы Беларуси и пути их рационального использования / Н.И. Смеян, В.В. Жилко // Международный аграрный журнал. - 1999.-№ 11.-С. 31-32.

COST EFFICIENCY OF NITROGEN FERTILIZERS APPLICATION WHEN CULTIVATING POTATO

P.I. MAZURO, G.A. GEST

Plowing the field pea and radish mixture together with 20 t/ha of manure gives the potato productivity more than 220 c/ha on derno-podzolic light soils. It contributes to the recoupage of nitrogen active agent in ratio 1 kg for 93,8 kg of tubers and 30,3 c of starch yield from 1 ha.

Key words: potato, fertilizers, nitrogen, recoupage, starch yield, productivity, cost efficiency.

Рецензент Д.Д. Фицуро