



ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Т.Ф.Персикова, кандидат сельскохозяйственных наук

Белорусская сельскохозяйственная академия

УДК 633.811.1

Эффективность минерального и биологического азота в зерно-травно-пропашном севообороте

Согласно проведенным исследованиям сделан расчет возможного вклада органического вещества и симбиотического азота бобовых культур в плодородие почвы и его значения для урожайности последующих культур. Прибавка урожая раннего картофеля за счет общего азота органического вещества клевера на почвах средней степени окультуренности составила 104 ц/га, в т.ч. за счет симбиотического 69 ц/га, яровой пшеницы 7,6 и 5,4 ц/га соответственно. После клевера урожай картофеля без применения азотных удобрений составил 24,8 т/га, яровой пшеницы после люпина — 2,4 т/га.

According to the obtained data the possible input of organic matter and symbiotic nitrogen of the legume crops to the soil fertility as well as the role of the former for the yield capacity of the following crops have been calculated.

The yield increase of the early potato due to the common nitrogen of the clover organic matter on the medium cultured soils amounted to 104 cwt/ha, including that of the symbiotic one 69 cwt/ha, spring wheat 7,6 cwt/ha and 5,4 cwt/ha respectively. After the clover the potato yield without nitrogen fertilizer application amounted to 24,8cwt/ha and that of spring wheat after lupin 2,4 cwt/ha.

Введение

Большая роль в увеличении плодородия дерново-подзолистых почв отводится люпину и клеверу. Растения не только берут питательные вещества из почвы, но и обуславливают ее плодородие, оставляя ежегодно значительное количество корневых и пожнивных остатков. Эти остатки, являясь одним из основных источников пополнения запасов органического вещества в почве и образования гумуса, служат еще и источником накопления в ней биологического азота.

Вопрос о дозах минерального азота под зерновые и пропашные культуры после бобовых предшественников должен получить экспериментальное обоснование в связи с урожайностью культур, свойствами почвы, вкладом органического вещества и азота бобовых в азотный баланс почвы. Возделывание бобовых должно быть подчинено главной задаче — все элементы технологии должны способствовать повышению генетического потенциала симбиотической азотфиксации и увеличению урожайности бобовых с целью рационального использования минерального азота. В связи с этим цель исследований заключалась в том, чтобы:

1. Изучить объемы вовлечения азота атмосферы урожаями бобовых культур.
2. Определить вклад симбиотического азота бобовых в почву, как приходящую часть в азотном балансе.
3. Показать возможный уровень урожайности последующих за бобовыми культур за счет азота бобовых и потребность в минеральном азоте.

Материал и методика

Исследования проводились в зерно-травно-про-

пашном севообороте стационарного опыта Белорусской сельскохозяйственной академии в 1996-1998 гг. Клевер позднеспелый сорта Мерея являлся предшественником для раннего картофеля сорта Аноста, люпин узколистный сорта Гелена предшественник яровой пшеницы сорта Иволга. Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая с глубины около 1 м моренным суглинком. Содержание гумуса 1,3%, pH KCl — 5,8, содержание подвижного фосфора — 158, обменного калия — 167 мг/кг почвы.

Повторность в опытах четырехкратная, площадь делянки 25 м². Количество пожнивных-корневых остатков учитывали рамкой Станкова Н.З. на глубине 0-40 см [1]. Учет количества надземных пожнивных остатков проводили при высоте среза растений 10-15 см. Пожнивные остатки отделяли от корней по корневой шейке. Содержание азота в них определяли по Кьельдалю, азотфиксирующую способность клевера и люпина — балансовым методом.

Результаты и обсуждения

Согласно проведенным нами исследованиям установлено, что условия питания оказали существенное влияние на увеличение урожайности клевера и люпина, на количество оставляемых пожнивных-корневых остатков и содержание в них азота. Масса сухих пожнивных-корневых остатков клевера при урожае зеленой массы 32 т/га в среднем по опыту составила 8,7 т/га, люпина при урожае зерна 2,85 т/га — 6,7 т/га (табл. 1). Содержание общего азота 186 и 119 кг/га соответственно.

Как показали исследования ряда авторов [2, 3, 4, 5], масса пожнивных-корневых остатков и содержание в них общего азота не отражают реальный вклад

органического вещества и биологического азота бобовых в плодородие и азотный фонд почвы, поскольку из учета выпадают тонкие живые ($d < 1,5 \text{ мм}$) и отмершие корни, прижизненные корневые экссудаты и опад, клубеньки, высокообогащенные углеродом и азотом. Для полноты учета всей органической массы бобовых, поступающей в почву, разработаны ориентировочные поправочные коэффициенты для зернобобовых — 1,4, многолетних трав — 2,0 [6].

Умножая учетную для данной группы бобовых массу пожнивно-корневых остатков на соответствующий поправочный коэффициент, находим полную величину органического вещества бобовых в почве (табл. 1).

После клевера в почве остается 17,4 т/га органического вещества, после люпина — 9,4 т/га, что эквивалентно 37 и 24 т/га подстилочного навоза. Но это лишь количественный эквивалент, так как при равных эквивалентах по значению для окультуривания почвы, экологической безопасности, энергетическим затратам навоз значительно уступает многолетним травам [7, 8]. Это органическое вещество в отличие от навоза свободно от семян сорных растений, на уничтожение которых требуются гербициды и другие энергетические затраты, содержит больше активных соединений, таких как углеводы, аминокислоты, липиды, органические кислоты. Они способны быстро окисляться и выделять за короткий период времени много энергии, воздействуют на биохимические процессы почвенных микроорганизмов, в том числе на активность несимбиотических азотфиксаторов и через них улучшают состояние питательных веществ в почве.

Проведенные нами расчеты содержания общего азота в растительных остатках и коэффициентов азотфиксации [9] дают возможность получить представление об объемах поступления в почву симбиотического азота с органическим веществом клевера и люпина. Его количество составило 124 и 84,6 кг/га соответственно. Следовательно, в почву поступает в расчете на 1 га значительное количество общего и симбиотического азота, без учета которого нельзя правильно построить баланс азота и обосновать дозы азотных удобрений.

Встает вопрос, какую урожайность следующих культур севооборота можно получить после бобовых без применения и с применением экологически оправданных доз азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах средней степени окультуренности.

Такие исходные данные необходимы для использования двух главных источников азота в земледелии — биологического и минерального при планировании урожайности. В связи с этим важно оценить значение вклада азота органического вещества бобовых в почву для формирования урожайности последующей культуры.

При определении возможной прибавки урожая последующей культуры за счет азота бобовых растений учитывали такие нормативные показатели, как коэффициент использования азота бобовых и количество азота, требуемое на формирование 1 т продукции.

В данном случае речь идет о раннем картофеле. Для него предшественник — клевер, а для яровой пшеницы — люпин. Согласно исследованиям [10, 11] азот органического вещества бобовых (клевера, люцерны) в почве используется последующей культурой на 22-29%, т.е. примерно так же, как из подстилочного навоза.

На основании наших и других опытных данных затраты азота на формирование 1 ц клубней картофеля составляют 0,50-0,54 кг, на 1 ц зерна яровой пшеницы — 3,04-3,8 кг.

При средней урожайности зеленой массы клевера 32 т/га в почву поступает 186 кг/га общего азота и 124 кг/га симбиотического. Так как коэффициент использования азота из пожнивно-корневых остатков картофелем равен 0,29, находим, что картофелем усвоено 54 кг/га азота, в том числе 36 кг/га симбиотического. Так как на формирование 1 ц клубней на почве средней степени окультуренности картофелю необходимо 0,52 кг азота, то прибавка урожая за счет общего азота органического вещества клевера будет равна 104 ц/га, (54:0,52), в том числе за счет симбиотического — 69 ц/га (36:0,52).

При средней урожайности зерна люпина 2,85 т/га в почву поступило 119,2 кг общего азота, в том числе 84,6 кг/га симбиотического.

Если предположить, что коэффициент использования азота из пожнивно-корневых остатков люпина яровой пшеницей равен 0,22, то ею будет усвоено 26 кг/га азота, в том числе 18,6 кг/га симбиотического. На формирование 1 ц зерна и соответствующего количества соломы яровой пшеницы необходимо 3,42 кг азота. Прибавка урожая яровой пшеницы за счет общего азота органического вещества люпина будет равна 7,6 ц/га (26:3,42), в том числе за счет симбиотического — 5,44 ц/га (18,6:3,42).

Следует иметь в виду, что повышению урожайности картофеля и яровой пшеницы способствуют и другие факторы. Мощная корневая система трав усиливает рыхление пахотного и подпахотного слоев почвы. Масса органического вещества, синтезированная в почве за счет C и N атмосферы, повышает гумусность почвы, улучшает ее структурность и водно-физические свойства, что создает благоприятные условия роста для последующих культур.

Разлагающиеся растительные остатки высвобождают кроме азота фосфор, калий (табл. 1), кальций, серу, микроэлементы [12]; являются также важным средством микробиологической мобилизации в почве труднодоступных дефицитных элементов питания за счет энергии органического вещества [13].

При оценке вклада бобовых предшественников в плодородие почвы необходимо учитывать указанные факторы и считаться с фактическими урожаями культур, получаемыми после бобовых предшественников. Согласно нашим исследованиям после клевера урожай картофеля в среднем за два года исследований без применения удобрений составил 24,8 т/га при содержании крахмала 13,5%, общего белка

7,14%, нитратов 74 мг/кг (табл. 2), урожай яровой пшеницы после люпина — 2,38 т/га при содержании белка в зерне 11,74%, клейковины 17,2%, стекловидности 59%, масса 1000 зерен 33,6 г (табл. 3).

Многие опыты показали, что высокие урожаи зерновых и других культур с высоким качеством зерна за счет биологического (симбиотического) азота бобовых культур невозможно получить без дополнительного внесения азотных удобрений. Согласно нашим исследованиям оптимальные физические свойства зерна яровой пшеницы при урожайности 4,24 т/га,

предшественником которой был люпин, получены при внесении N_{60} лентами в основное внесение $+N_{30}$ в подкормку в фазу выхода в трубку, т.е. при дозе минерального азота в сумме 90 кг/га, или при сочетании N_{60} лентами в основное внесение с бактеризацией семян (содержание белка 13%, клейковины 29,8%, стекловидность 68%, масса 1000 зерен 38,8 г, окупаемость 1 кг NPK 7,8 кг зерна, уровень интенсификации 29%, удельные энергозатраты 716 Мдж/ц). Урожайность клубней раннего картофеля 34,9 т/га, идущего после клевера, получена при внесении 5 т/га

Таблица 1. Влияние органического вещества бобовых культур на плодородие почвы

Культура	Урожайность, т/га	Масса сухих пож.-корн. остатков	Колич. органического вещества	Содержание в пожнивно-корневых остатках, кг/га			Козф. азот-фиксации	К-во симбиотического азота, кг/га	Прибавка урожая, ц/га	
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O			общий азот	симбиот. азот
Клевер (зел. масса)	32,0	8,7	17,4	185,7	54,4	96,8	0,67	124,4	картофель	
									104	69
Люпин узколистный (зерно)	2,85	6,7	9,4	119,2	23,2	69,6	0,71	84,6	яровая пшеница	
									7,6	5,4

Таблица 2. Урожайность и качество клубней картофеля в зависимости от условий питания (среднее за 1997-1998 гг.)

Варианты опыта	Урожай, т/га	Прибавка к контролю, т/га	Товарных клубней, %	Крахмал, % на сырое в-во	Общий белок, % на сухое в-во	Нитраты, мг/кг
Без удобрений	24,8	—	77,7	13,5	7,14	74
$N_{60}P_{60}K_{90}$ вразброс	26,5	1,8	75,2	14,3	7,56	57
$N_{30}P_{30}K_{45}$ лентами	27,9	3,2	80,0	14,5	8,07	62
Навоз 50 т/га	28,6	3,8	70,9	14,5	7,71	79
Навоз 50 т/га + $N_{30}P_{30}K_{45}$ вразброс	29,7	4,9	75,5	13,9	7,02	46
Навоз 50 т/га + $N_{30}P_{30}K_{45}$ лентами	34,5	9,7	85,3	12,0	8,49	88
Вермикомпост 5 т/га	31,3	6,5	84,0	14,0	8,16	51
Вермик. 5 т/га + $N_{30}P_{30}K_{45}$ лентами	34,9	10,1	84,5	15,3	7,80	46
Вермик. 5 т/га + $N_{30}P_{30}K_{45}$ вразброс	29,5	4,8	82,8	12,8	8,49	53
$N_{60}P_{60}K_{90}$ вразброс	31,5	6,7	83,9	13,0	8,55	63
$N_{120}P_{60}K_{90}$ вразброс	31,9	7,1	84,2	13,1	8,31	57
$N_{120}P_{60}K_{90}$ вразброс + квартазин	31,5	6,7	83,6	12,8	8,55	71
HCP_{05}	2,2					

Таблица 3. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от условий питания (среднее 1996-1998 гг.)

Варианты опыта	Урожай, ц/га (среднее за 3 года)	Прибавка, ц/га к контролю ±	Масса 1000 зерен, г	Белок, %	Стекло-видность, %	Клей-ковина, %	Окупаемость 1 кг NPK	Удельные энерго-затраты, Мдж/ц	Уровень интенсификации, %
Без удобрений	23,8	—	33,6	11,74	59	17,2	—	—	—
$N_{60}P_{60}K_{90}$ вразброс	33,4	9,6	34,7	11,77	60	23,2	4,57	1021	—
$N_{60}P_{60}K_{90}$ вр+ БУ	33,5	9,7	38,0	12,74	61	23,8	4,62	1013	—
$N_{60}P_{60}K_{90}$ лентами	37,5	13,7	38,8	12,57	66	25,8	6,52	803	21
$N_{60}P_{60}K_{90}$ лент. + БУ	40,3	16,5	38,8	13,17	68	29,8	7,86	716	29
$N_{60}P_{60}K_{90}$ вр+ N_{30} в ф. в тр.	38,7	14,9	37,1	13,72	64	25,9	6,21	876	—
$N_{60}P_{60}K_{90}$ лент. + N_{30} в ф. в тр.	42,4	18,6	38,5	14,22	65	29,8	7,75	760	12
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + эпин	37,0	13,2	35,2	13,42	69	28,0	6,28	1027	14
$N_{90}P_{60}K_{90}$ + эпин	34,6	10,8	36,8	13,12	64	28,0	4,50	1076	—
HCP_{05}	2,24								

вермикомпоста +N₃₀P₃₀K₄₅ лентами (содержание крахмала 15,3%, нитратов 46 мг/кг, общий белок 7,8%, количество товарных клубней 85%).

При внесении N₁₂₀ вразброс не получено существенной прибавки урожая картофеля по сравнению с N₉₀ — урожай составил 31,9 и 31,5 т/га соответственно. При дозе азота 60 т/га д.в. прибавка урожая не существенна по сравнению с вариантами без азота, при применении на этом фоне квартазина (N₆₀ + квартазин) урожай получен 31,5 т/га, т.е. на уровне дозы азота N₉₀ (содержание крахмала 12,8%, общего белка 8,55%, товарных клубней 84%, нитратов 71%).

Выводы

Таким образом, согласно проведенным исследованиям сделан расчет возможного вклада органического вещества и симбиотического азота бобовых культур в плодородие почвы и его значения для урожайности последующих культур.

1. После клевера в почве остается 17,4 т/га органического вещества, после люпина — 9,4 т/га, что эквивалентно 37 и 24 т/га подстилочного навоза соответственно. Содержание симбиотического азота в органическом веществе составило 124 и 84,6 кг/га соответственно.

2. На дерново-подзолистых почвах средней степени окультуренности прибавка урожая раннего картофеля за счет симбиотического азота органического вещества клевера составляет 69 ц/га (при урожае 24,8 т/га). Прибавка урожая яровой пшеницы за счет симбиотического азота органического вещества люпина — 5,44 ц/га (при урожае 2,38 т/га).

3. После бобовых предшественников для увеличения урожайности сельскохозяйственных культур дозы минерального азота колеблются от 60 до 90 кг/га д.в. в зависимости от способов его применения.

Литература

1. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. — Москва: Колос. 1964. 279 с.
2. Трепачев Е.П. Биологический азот бобовых: вклад в плодородие почвы и урожайность зерновых культур// С.-х. биология. — 1987, — №1, — С.41-50
3. Трепачев Е.П., Ягодина М.С., Веревкин Е.Л. Азот растительных остатков гороха, вики и вико-овсяной смеси, выращиваемых на зеленый корм, в азотном питании зерновых культур// "Применение удобрений и расширенное воспроизводство плодородия почв" Научн. тр. /ВИУА.—Москва 1989. —С. 17-19.
4. Лыков А.М. Воспроизводство плодородия в Нечерноземной зоне. Москва: Россельхозиздат, 1982. 215 с.
5. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции// Агрохимия. —1977. — №8. —С.36-38
6. Особенности закладки и проведения длительных опытов в различных условиях// Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. —Москва, 1986. —Ч. 1. —С. 84 - 94.
7. Кант Г. Зеленое удобрение. Пер. с нем. —Москва: Колос, 1982. —216 с.
8. Трепачев Е.П. Симбиотическая азотфиксация как фактор экологической безопасности //Экологические проблемы химизации в интенсивном земледелии Науч. тр. /ВИУА. Москва, 1990. — С. 15-20
9. Персикова Т.Ф. Фотосинтетическая деятельность, азотфиксирующая способность и урожай клевера позднеспелого в зависимости от условий питания.// Материалы 2-й Междунар. научно-практ. конференции "Наука — производству". —Гродно, 1998. —С. 419-421
10. Ишанов Г.В. Влияние пожнивно-корневых остатков клевера на микробиологические процессы в почве и использование азота этих остатков рейграсом// Труды ВНИИ с.-х. микробиол. —Москва, —1981. — С. 51-53.
11. Ladd E.A. Utilization by wheat crops of nitrogen from regues decomposing in the field// Soil Biochem., —1983; 15, №3: P. 231-238.
12. Шатилов И.С., Замараев А.Г., Чаповская Г.В. Программирование урожаев и воспроизводство плодородия дерново-подзолистой почвы// Вестн. с.-х. наук. —1985. — №12. —С. 21-25
13. Фокин А.Д. Две важнейшие функции органического вещества почвы// Земледелие. —1989. — №2. — С. 41-43.