

УДК 633.16:631.811.1

ВЛИЯНИЕ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ И ПРЕДШЕСТВУЮЩЕЙ УДОБРЕННОСТИ ПОЧВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯЧМЕНЯ И ВЫНОС ИМ АЗОТА

В. В. КИДИН, Л. А. ИВАННИКОВА

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Применение минеральных и органических удобрений, как известно, позволяет существенно повысить урожайность сельскохозяйственных культур, однако их эффективность зависит от погодных условий и по-

этому может колебаться по годам. В этой связи особую ценность представляют многолетние полевые опыты, поскольку в этих исследованиях возможно выявить взаимосвязь урожайности с почвенно-климатиче-

скими условиями и количеством удобрений.

В задачу наших исследований входило изучить влияние различной степени окультуренности и предшествующей удобрённости почвы в многолетнем опыте на размер использования ячменём азота почвы и удобрений при ежегодном внесении азотных удобрений.

Методика

Для проведения микрополевого опыта использовали различную по степени окультуренности и предшествующей удобрённости легкосуглинистую дерново-подзолистую почву длительного опыта, заложенного в 1912 г. по инициативе Д. Н. Прянишникова (Тимирязевская академия). Почву брали с участков бесменного пара, бесменного ячменя и севооборота с вариантов РК, NPK и NPK+навоз, а также целинную со смежного участка (табл. 1).

Микрополевой опыт проводили в течение трех лет (1974—1976) в сосудах без дна высотой 45 см площадью 0,1 м², в которые помещали по 30 кг почвы пахотного горизонта (слой 0—22 см). В слой 23—45 см вносили почву из подпахотного горизонта опытного поля.

В почву, взятую с вариантов РК многолетнего опыта, вносили суперфосфат (1,5 г на сосуд) из расчета 150 кг P₂O₅ на 1 га и хлористый калий (1,2 г/сосуд) из расчета 120 кг K₂O на 1 га.

В остальные сосуды наряду с фосфорно-калийными вносили меченные ¹⁵N азотные удобрения (в 1974 и 1976 гг. 1 г N на сосуд в виде аммиачной селитры, в 1975 г. — в виде сульфат-аммония). В сосудах с почвами бесменного пара посев не проводили. В остальные сосуды высевали ячмень Московский 121. Повторность опыта 3-кратная.

Общий азот в почве и растениях, а также минеральный азот определяли по общепринятым методикам. Изотопный анализ

образцов почвы и растений проводили масс-спектрометрически.

Обсуждение результатов

Урожай ячменя существенно различался по годам (табл. 2—4). В наиболее благоприятном для роста и развития растений 1974 г. в варианте NPK он был в 2 раза выше (89,6—117,9 г на сосуд), чем в 1975 г. (45,4—52,5 г), отличавшегося сильной засухой в начале вегетации. Количество осадков в мае 1975 г. было почти в 2 раза ниже нормы.

В контрольных вариантах (РК) урожай в зависимости от почвенного фона в 1974 г. варьировал в пределах 41,1—55,3 г на сосуд, а в 1975 г. — от 18,8 до 22,0 г.

На третий год опыта (1976) урожай был несколько выше, чем в 1975 г. (в вариантах с азотом — 47,6—71,9, а без азота — 17,7—30,7 г на сосуд), но все же он не достигал уровня 1974 г., так как избыточное количество осадков в мае—июне, в 2 раза превосходящее среднее многолетнее, и пониженная температура, вероятно, задерживали нормальное развитие растений и использование ими азота почвы и удобрений, поскольку нитраты в данных условиях в большей степени вымывались в нижние горизонты.

Более высокая окультуренность почвы вследствие длительного (62-летнего) применения минеральных и органических удобрений (NPK+навоз) способствовала значительному повышению эффективности азотных удобрений при бесменной культуре ячменя (табл. 2). Прибавки урожаев в этом варианте в разные годы составляли 51,9; 33,0 и 41,2 г на сосуд, а на фоне длительного применения одних минеральных удобрений (NPK) — 38,5; 29,0 и 29,8 г на сосуд. Различия в прибавках между этими вариантами были достоверны в 1974 и 1976 гг., а в неблагоприятном 1975 г. — недостоверны. В сумме за 3 года прибавка урожая от азотных удобрений, внесенных

Т а б л и ц а 1

Агрохимическая характеристика почв

Вариант многолетних опытов	Гумус по Тюри-ну	азот общий	рНКС1	Нг	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	V. %
	%			мг·экв/100 г		мг/100 г		
Бесменный пар:								
РК	0,70	0,050	4,0	3,8	3,4	40,0	24,6	46,7
NPK	0,88	0,063	3,8	5,1	3,3	37,4	20,0	39,2
NPK + навоз	1,66	0,070	3,8	4,9	3,4	42,5	32,0	40,3
Бесменный яч-мень:								
РК	1,45	0,091	6,4	0,5	7,6	35,0	20,0	93,6
NPK	1,77	0,115	6,3	0,7	10,4	34,0	17,2	93,7
NPK + навоз	1,95	0,117	6,4	0,6	12,3	40,0	21,0	95,3
Севооборот:								
РК	1,41	0,085	6,3	1,0	9,0	25,5	12,2	89,6
NPK	1,51	0,091	6,1	1,5	9,6	24,5	9,3	86,5
NPK + навоз	1,60	0,100	6,2	1,3	9,8	34,0	13,3	88,2
Целина	2,69	0,140	4,3	4,5	6,2	9,0	6,9	57,7

Урожай ячменя и вынос азота растениями в микрополевом опыте при бессменном посеве

Вариант микрополевого опыта и год	Урожай зерна, г/сосуд		Урожай соломы, г/сосуд	Общий вынос азота (зерно + солома), мг/сосуд	Азот, % к общему выносу	
	всего	прибавка от азота			удобрений	почвы
РК по РК длительного опыта:						
1974	55,3	—	91,4	1431	—	100
1975	18,8	—	26,2	548	—	100
1976	30,7	—	33,4	639	—	100
В сумме за 3 года	104,8	—	151,0	2615	—	100
¹⁵ НРК по НРК:						
1974	93,8	38,5	122,8	1920	23,7	76,3
1975	47,8	29,0	47,9	1047	32,1	67,9
1976	60,5	29,8	63,9	1219	30,8	69,2
В сумме за 3 года	202,1	97,3	234,6	4186	27,8	72,2
¹⁵ НРК по НРК + навоз:						
1974	107,2	51,9	139,5	2113	23,0	77,0
1975	51,8	33,0	59,9	1241	26,6	73,4
1976	71,9	41,2	75,5	1361	28,0	72,0
В сумме за 3 года	230,9	126,1	274,9	4715	25,4	74,6

Примечание. НСР₀₅ в 1974 г. — 6,9 г.; 1975 г. — 5,9; 1976 г. — 6,4 г/сосуд.

в почву, отличающуюся лучшей предшествующей удобренностью (НРК+навоз), составила 126,1 г/сосуд, а при многолетнем применении только НРК — 97,3 г/сосуд. Положительное влияние более высокой окультуренности почв на урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность удобрений отмечалось также в работах [1—6 и др.].

В прямой зависимости от урожая находится общий вынос азота растениями. В наиболее урожайном 1974 г. общий вынос азота ячменем в 1,5—2 раза превышал этот

показатель в соответствующих вариантах в последующие годы. В вариантах с азотными удобрениями вынос азота растениями был в 1,3—2,1 раза выше, чем в контроле (РК). В вариантах с НРК и навозом растения использовали азот почвы и удобрений в среднем на 11—12% больше, чем при внесении НРК.

Из данных табл. 3 видно, что азот минеральных удобрений и азот почвы принимают неодинаковое участие в формировании урожая. Независимо от степени окультуренности почв доля первого в общем выносе

Таблица 3

Урожайность ячменя и вынос азота растениями в микрополевом опыте с почвами севооборотного участка

Вариант опыта и год	Урожай зерна, г/сосуд		Урожай соломы, г/сосуд	Общий вынос азота растениями, мг/сосуд	Азот, % к общему выносу	
	всего	прибавка от азота			удобрений	почвы
РК по РК длительного опыта:						
1974	41,1	—	63,9	1062	—	100
1975	20,7	—	24,3	455	—	100
1976	17,7	—	22,2	429	—	100
В сумме за 3 года	79,5	—	110,4	1946	—	100
¹⁵ НРК по НРК:						
1974	89,6	48,5	112,5	1828	23,6	76,4
1975	46,6	25,9	50,9	1147	31,8	68,2
1976	47,6	29,9	54,2	1175	33,6	66,4
В сумме за 3 года	183,8	104,3	217,6	4150	28,7	71,3
¹⁵ НРК по НРК + навоз:						
1974	100,1	59,0	123,3	2014	21,8	78,2
1975	52,5	31,8	57,5	1231	27,6	72,4
1976	61,0	43,3	64,3	1306	30,7	69,3
В сумме за 3 года	213,6	134,1	245,1	4551	26,0	74,0

в 2—3 раза меньше доли последнего. Содержание азота удобрений в общем выносе при ежегодном их внесении со временем увеличивается с 24 до 31% на неувожатой почве и с 23 до 28% на увожатой, а доля почвенного азота уменьшается соответственно с 76 до 69% и с 77 до 72%. Подобные результаты получены и другими исследователями [3, 4, 6].

При бессменном возделывании ячменя на более плодородной почве (вариант NPK + навоз) доля почвенного азота в общем выносе его растениями была несколько выше, чем на менее плодородной почве (вариант NPK) длительного опыта (табл. 2). Бóльший вынос почвенного азота на более плодородных почвах отмечается в литературе [2, 5 и др.].

На почве севооборотного участка урожай также сильно колебался по годам (табл. 3). Разница между урожаями, полученными при бессменной культуре и в севообороте, в большинстве случаев была недостоверной, лишь в 1976 г. урожай на почвах, взятых с севооборотного участка, был ниже, чем на почвах бессменной культуры.

В результате применения азотных удобрений на почвах из севооборота урожай увеличился в 2—3 раза по сравнению с контролем (PK). В варианте с NPK многолетнего опыта в различные годы прибавки составляли 48,5; 25,9 и 29,9 г, а в варианте NPK+навоз — 59,0; 31,8 и 43,3 г на сосуд. В сумме за 3 года на фоне NPK+навоз прибавка была на 25% выше, чем на фоне NPK (табл. 3).

Общий вынос азота растениями при внесении азотных удобрений на севооборотном участке в варианте NPK увеличился в 1,7—2 раза, а в варианте NPK+навоз — в 2—3 раза по сравнению с контролем. В сумме за 3 года на увожатой почве севооборота общий вынос азота урожай был на 10% выше, чем на неувожатом фоне (NPK).

Доля азота удобрений в общем выносе этого элемента с годами повышалась примерно так же, как при бессменной культуре (с 24 до 37% и с 22 до 31%), а доля

азота почвы, которая была в 2—3 раза больше, в вариантах с NPK и NPK+навоз снижалась соответственно с 76 до 63% и с 78 до 69%. Доля азота почвы в общем выносе урожая при систематическом увоживании была на 2—6% выше, чем при внесении одних минеральных удобрений.

В почве смежного с опытным полем участка целины содержалось больше гумуса и азота, чем в почве бессменного поля и севооборота, но она отличалась повышенной кислотностью и низким содержанием фосфора и калия (табл. 1).

В 1974 г. урожай на целинной почве был даже несколько выше, чем в других вариантах, а в последующие годы — несколько ниже, чем на увожатой почве бессменного поля (табл. 4).

При внесении азотных удобрений в почву целины урожай зерна был в 2 раза выше, чем в варианте PK, прибавки в разные годы составляли 59,0; 23,4 и 29,3 г на сосуд, а в сумме за 3 года — 111,7 г на сосуд. В вариантах с азотными удобрениями в той же мере увеличился общий вынос азота.

На целине в отличие от других используемых в опыте почв доля почвенного азота в питании растений в 1974 г. была на 4—6% выше. В последующие годы в общем выносе существенно увеличивалось количество азота удобрений (с 18,2 до 31% общего выноса), а доля азота почвы за 3 года снизилась с 81,8 до 68,0%.

Изучение динамики усвоения растениями азота почвы и удобрений (табл. 5) показало, что в первый период вегетации (30 дней) растения использовали всего $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{5}$ часть азота от общего выноса растениями (25—28% в 1974 г. и 19—23% в 1975 г.), при этом преимущественно использовался азот удобрений. Так, в 1974 г. за 30 дней вегетации в растения поступило азота удобрений 66—73% общего его количества, использованного ячменем к концу вегетации, в 1975 г. — 40—43%. Доля азота удобрений в общем выносе в этот период составляла 55—67%.

Азот почвы в начальный период вегетации (первые 30 дней) использовался ме-

Таблица 4

Урожайность ячменя и вынос азота растениями в микрополевым опыте с почвой целины

Вариант микрополевого опыта и год	Урожай зерна, г/сосуд		Урожай соломы, г/сосуд	Общий вынос азота растениями, мг/сосуд	Азот, % к общему выносу	
	всего	прибавка от азота			удобрений	почвы
PK:						
1974	52,9	—	68,8	1293	—	100
1975	22,0	—	26,3	644	—	100
1976	24,9	—	27,5	596	—	100
В сумме за 3 года	99,8	—	122,6	2543	—	100
¹⁵ NPK:						
1974	111,9	59,0	128,1	2439	18,2	81,8
1975	45,4	23,4	52,2	1211	30,2	69,8
1976	54,2	29,3	59,2	1180	31,0	68,0
В сумме за 3 года	211,5	111,7	239,5	4830	24,8	75,2

Усвоение растениями ячменя азота почвы и удобрений в разные периоды вегетации (в числителе — мг/сосуд, в знаменателе — % от общего выноса)

Вариант длительного опыта	Через 30 дн.			В период уборки		
	всего	из удобрений	из почвы	всего	из удобрений	из почвы
1974 г.						
Бессменный ячмень:						
NPK	538,4	301,6	236,8	1920	455	1465
	100	56,1	43,9	100	23,7	76,3
NPK + навоз	532,7	335,3	197,4	2113	487	1626
	100	63,0	37,0	100	23,0	77,0
Севооборот:						
NPK	478,8	296,3	181,7	1828	431	1397
	100	61,9	38,1	100	23,6	76,4
NPK + навоз	499,7	323,9	175,8	2014	440	1574
	100	64,5	35,5	100	21,8	78,2
Целина	400,8	233,0	167,8	2439	442	1997
	100	58,1	41,9	100	18,2	81,8
1975 г.						
Бессменный ячмень:						
NPK	244,6	134,1	110,5	1047	336	711
	100	54,5	45,5	100	32,1	67,9
NPK + навоз	252,3	143,2	109,1	1241	331	910
	100	56,1	43,9	100	26,6	73,4
Севооборот:						
NPK	232,4	142,3	90,1	1147	364	783
	100	61,2	38,8	100	31,8	68,2
NPK + навоз	241,5	137,4	104,1	1231	340	891
	100	56,9	43,1	100	27,6	72,4
Целина	206,2	115,0	91,2	1211	369	842
	100	55,8	44,2	100	30,2	75,2

нее интенсивно (11—16% всего усвоенного к концу вегетации азота почвы). Во второй период растения усваивали в основном азот почвы 85—90% всего поступившего из почвы азота, а из удобрений — 17—34% всего усвоенного количества в 1974 г. и около 60% в 1975 г. Более растянутое поступление азота удобрений в 1975 г. объясняется, очевидно, задержкой роста и развития растений вследствие сильной засухи в начале вегетации.

Заключение

В микрополевом опыте урожайность ячменя и общий вынос азота растениями на-

ходились в прямой зависимости от степени окультуренности и предшествующей удобренности почв. На почвах, длительно удобряемых органическими и минеральными удобрениями, эффективность азотных удобрений была на 20—30% выше, чем на менее удобренных почвах.

При ежегодном в течение трех лет внесении меченных ^{15}N азотных удобрений в дозе 100 кг/га доля азота почвы в общем выносе его растениями в конце опыта снижалась с 76—82 до 71—75%, а доля азота удобрений увеличивалась с 18—24 до 28—34%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Научные основы интенсивного земледелия в Нечерноземной зоне. М., «Колос», 1976, с. 3—60. — 2. Дидыченко А. П., Карпов Ю. С. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность культур зерново-свекловичного севооборота в северо-западной лесостепи Украины. — В кн.: Влияние длительного применения удобрений на пло-

дородие почвы и продуктивность севооборота. М., «Колос», 1978, с. 145—173. — 3. Кореньков Д. А., Лаврова И. А. Азот в почвообразовании и земледелии. — Тр. ВИУА, 1975, № 26, с. 3—10. — 4. Кулаковская Т. Н., Скоропанов С. Г. Современные проблемы плодородия почв нечерноземья. Тез. докл. V съезда Всесоюз. общ. почвоведов. Минск, 1977, с. 4—26. —

5. Любарская Л. С. Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и урожай культур. — В сб.: Удобрение и плодородие почв, Тр. ВИУА, 1974, вып. 2, с. 139—156. — 6. Смирнов П. М., Кидин В. В., Иванникова Л. А. Пре-

вращение азота удобрений и использование его растениями на почвах разной степени окультуренности. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 3, с. 84—89.

Статья поступила 10 ноября 1978 г.

SUMMARY

In microplot trial the yield and total removal of nitrogen by barley were in direct correlation with the extent of cultivation and preceding fertilization of the soils. On soils which had been continuously supplied with organic and mineral fertilizers the efficiency of nitrogenous fertilizers was higher by 20—30% in comparison with less fertilized ones.

With yearly (during 3 years) application of nitrogen fertilizers, labelled by ^{15}N , at the rate of 100 kg/ha the portion of soil nitrogen in total removal of nitrogen by plants was reduced by the end of the trial from 76—82 to 71—75%, while the portion of fertilizer nitrogen increased from 18—24 to 28—34%.

В УЧЕНОМ СОВЕТЕ МОСКОВСКОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ ИМ. К. А. ТИМИРЯЗЕВА

Решением Ученого совета ТСХА премии имени академика **В. Р. Вильямса** за 1978 год присуждены:

Первая премия — Герою социалистического труда кандидату сельскохозяйственных наук **МОРГУНУ Ф. Т.** за работы по обработке целинных земель, опубликованные в 1969—1977 гг., и активное участие в их освоении.

Вторая премия — доктору биологических наук **КАРПАЧЕВСКОМУ Л. О.** за работу «Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе», 20,5 п. л. М., Изд-во МГУ, 1977.

Третья премия — кандидату географических наук **НАКАИДЗЕ Э. К.** за работу «Коричневые и лугово-коричневые почвы Грузии», 15,5 п. л. Тбилиси, «Мецниереба», 1977.