

УДК 633.11«324»+633.16]:631.811.1

УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЯЧМЕНЯ И СОДЕРЖАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА В ПОЧВЕ РАЗНЫХ ЗЕРНОВЫХ СЕВООБОРОТОВ

А. М. ЛЫКОВ, А. Ф. САФОНОВ, В. М. ЛАПОЧКИН
(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Чередование сельскохозяйственных культур оказывает многостороннее влияние на урожайность и плодородие почвы [2, 6, 7, 13, 14], причем степень и направленность возникающих изменений зависит от специализации севооборота. При насыщении севооборота зерновыми культурами важное значение приобретают биологические свойства почвы, определяющие ее способность создавать благоприятные фитосанитарные условия для роста растений.

Повторные и бессменные посевы зерновых культур, а также высокая насыщенность ими севооборота приводят к угнетению биологических процессов в почве [1, 11, 19]. В составе микрофлоры получают преобладание микроорганизмы со слабой ферментативной активностью, неспособные использовать минеральный источник азота [4]. В результате нарушения биологической активности почвы изменяются процессы превращения азотсодержащих соединений и снижается накопление минерального азота. Так, имеются данные, что в повторных посевах яровой пшеницы и при бессменном возделывании озимой ржи и ячменя содержание нитратов в почве было меньше, чем в почве севооборотных участков [3, 9]. Однако в слабовыщелаченном черноземе [12] накопление аммиачной и нитратной форм азота под бессменными посевами оказалось таким же, как в севообороте. Противоречивые сведения предполагают наличие сложной взаимосвязи между процессами превращения органического вещества в различных почвенно-климатических условиях и способами выращивания культур, а также свидетельствуют о недостаточной изученности механизма влияния специализированных севооборотов на накопление минерального азота в почве.

В связи с этим в задачу настоящей работы входило исследование влияния севооборотов с разной степенью насыщения зерновыми культурами на урожайность озимой пшеницы и ячменя и на динамику содержания нитратного и аммиачного азота в почве, а также ее ферментативную активность.

Методика и условия проведения опытов

Исследования проводили в стационарных полевых опытах учхоза «Михайловское» Тимирязевской академии в 1979—1981 гг. Почва участка дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на покровном суглинке. Агрохимическая характеристика ее дана в работе [8]. Повторность опытов 4-кратная. Сорт озимой пшеницы Мироновская 808, ячменя — Московский 121. В опыте I были следующие варианты чередования: 1 (контроль) — плодосменный севооборот (кле-

вер — озимая пшеница — картофель — ячмень с подсевом клевера); 2 — клевер — озимая пшеница — ячмень; 3 — озимая пшеница — ячмень; 4 — озимая пшеница — овес; 5 — картофель — ячмень; 6 — бессменные посевы озимой пшеницы и ячменя с 1968 г. В опыте II: 1 (контроль — озимая пшеница — ячмень — озимая рожь — вико-овсяная смесь (условно П—Я—Р—ВО); 2 — озимая пшеница — ячмень — озимая рожь — овес (П—Я—Р—О); 3 — озимая пшени-

ца + пожнивная горчица на сидерат — ячмень — озимая рожь + пожнивная горчица на сидерат — овес (П+ГС—Я—Р+ГС—О); 4 — озимая пшеница + пожнивная горчица на сидерат + заплата соломы — ячмень — озимая рожь + пожнивная горчица на сидерат + заплата соломы — овес (П+ГС+С—Я—Р+ГС+С—О).

Дозы удобрений в опыте I под озимую пшеницу — 200N160P120K, под ячмень — 96N120P104K. Агротехника возделывания полевых культур в опыте, заложенном в 1978 г., дана в работе [15].

Посевы озимой пшеницы и ячменя обрабатывали смесью аминной соли 2,4-Д с баевелом Д(0,8+0,08 кг д. в. на 1 га). Ячмень с подсевом клевера опрыскивали препаратом 2М-4Х в дозе 0,8 кг на 1 га. Урожай учитывали сплошным методом. Результаты опыта обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

Урожайность озимой пшеницы была одинаковой при размещении ее по клеверу как при 50, так и 66 % насыщении севооборота зерновыми культурами (табл. 1). В зерновых звеньях севооборота продуктивность озимой пшеницы различалась. В варианте с ячменем она снижалась на 18,5 %, а при чередовании с овсом оставалась на том же уровне, что и в плодосменном севообороте. Последнее объясняется тем, что овес, являясь санитарной культурой, меньше поражается корневыми гнилями и нематодами, чем ячмень.

Наибольшая депрессия урожайности озимой пшеницы (45 %) наблюдалась в бессменном посеве.

Ячмень меньше реагировал на предшественники, чем озимая пшеница. Это обусловлено, с одной стороны, более короткой его вегетацией, в результате чего почва как биологическая система успевает в определенной мере восстановить свое исходное состояние, а с другой — особенностями самой культуры. Однако и в этом случае послеуборочного периода не всегда хватает для устранения почвоутomления. Лучшие условия для ячменя были в звене картофель — ячмень и плодосменном севообороте.

После озимой пшеницы в двухпольном звене севооборота урожайность ячменя снижалась в большей мере, особенно в благоприятные по погодным условиям годы, чем в трехпольном звене с клевером. Это свидетельствует о более глубоких изменениях плодородия почвы в зерновом звене. При бессменном возделывании ячменя урожайность была на 10 % ниже, чем в контроле.

Введение в зерновой севооборот (опыт II) поживной горчицы на сидерат и запахивание соломы позволило поддерживать урожайность озимой пшеницы и ячменя на

Содержание нитратного азота определяли по Н. И. Борисовой [5], аммиачного — по Неслеру в слоях почвы 0—20 и 20—40 см по фазам роста и развития растений.

Активность почвенных ферментов нитратредуктазы, нитритредуктазы и гидроксил-аминредуктазы определяли в воздушно-сухой почве, инкубированной в термостате при 30°, и рассчитывали соответственно по количеству восстановленных NO_3^- , NO_2^- и NH_2OH мг на 10 г почвы [10].

Погодные условия вегетационного периода 1979 г. характеризовались повышенными температурами и недостатком осадков в мае и июне; прохладная и влажная погода в июле сменилась умеренными температурами и осадками в августе. Вегетационный период 1980 г. был прохладным и избыточно влажным, а в 1981 г. — засушливым.

Таблица 1

Урожайность озимой пшеницы и ячменя (ц/га) в среднем за 1979—1981 гг.

Вариант (% насыщения зерновыми культурами)	Озимая пшеница	Ячмень
Опыт I		
Плодосменный севооборот (50)	34,0	18,4
Клевер — оз. пшеница — ячмень (66)	34,1	17,1
Оз. пшеница — ячмень (100)	27,7	16,6
Оз. пшеница — овес (100)	33,6	—
Картофель — ячмень (50)	—	19,6
Бессменно (100)	18,7	16,5
НСР ₀₅	5,3	3,9
Опыт II		
П—Я—Р—ВО (75)	32,0	17,0
П—Я—Р—О (100)	30,8	16,0
П+ГС—Я—Р+ГС—О (100)	31,5	18,8
П+ГС+С—Я—Р+ГС+С—О (100)	33,3	18,4
НСР ₀₅	5,1	3,4

уровне, достигнутом в варианте с занятым паром или даже несколько повысить ее, что, видимо, связано с активизацией биологических процессов, усилением трансформации органического вещества и устранением фитотоксичности почвы.

Снижение урожайности озимой пшеницы и ячменя в бессменных посевах и зерновых звеньях севооборота лишь частично обусловлено поражением растений корневыми гнилями и увеличением засоренности посевов. Об этом свидетельствует, в частности, тот факт, что в названных вариантах снижение накопления биомассы растений отмечалось еще в начале вегетации. Определение ферментативной активности почвы показало [16], что она снижается под бессменными зерновыми культурами в начальный период роста и развития растений. Это, в свою очередь, определяет повышение фитотоксичности почвы и снижение урожайности. Есть основания полагать, что наряду с уменьшением биологической активности почвы происходит снижение накопления доступных форм азота.

Содержание нитратной и аммиачной форм, являющихся основными источниками азота для растений, в течение вегетационного периода варьировало в весьма широких пределах под влиянием изменения ак-

Т а б л и ц а 2

Динамика нитратного и аммиачного азота (мг/кг) в слоях почвы 0—20 см (в числителе) и 20—40 см (в знаменателе) под озимой пшеницей (в среднем за 1980—1981 гг.)

Фаза	Опыт I				Опыт II			
	плодо- смен	оз. пше- ница — ячмень	оз. пше- ница овес	оз. пше- ница бес- сменно	П—Я— —Р—ВО	П—Я— —Р—О	П+ГС— —Я—Р+ +ГС—О	П+ГС+ +С—Я— —Р+ГС— —О
Нитратный азот								
Весеннее кущение	48,8	39,0	46,4	35,1	30,8	39,0	22,8	33,4
	22,0	19,6	13,8	17,3	14,7	18,8	13,8	22,4
Выход в трубку	53,4	48,4	51,9	37,0	18,3	22,3	16,4	13,6
	31,6	19,8	16,4	21,6	14,4	16,1	11,8	19,5
Колошение	19,3	9,1	15,4	9,8	6,2	7,2	10,8	9,6
	9,0	4,8	12,8	8,4	4,7	3,2	6,2	5,4
Молочная спелость	20,6	16,9	10,2	37,2	10,8	4,8	13,6	8,8
	7,4	8,4	5,0	7,4	6,2	3,6	3,4	6,0
Восковая спелость	22,0	13,0	12,5	12,4	14,6	12,4	13,7	18,6
	8,2	10,0	6,2	7,4	8,7	7,9	9,2	5,8
Среднее за веге- тацию	32,8	25,3	27,3	26,3	16,1	17,1	15,5	16,8
	15,6	12,5	10,8	12,4	9,7	9,9	8,9	11,8
Аммиачный азот								
Весеннее кущение	33,8	32,3	34,0	28,4	32,8	22,0	37,4	35,4
	19,2	20,8	22,6	21,5	16,4	20,6	13,7	12,8
Выход в трубку	10,7	10,6	9,6	10,5	15,2	9,7	10,8	11,8
	16,9	11,4	12,0	7,0	12,4	7,6	6,0	13,9
Колошение	16,8	17,8	18,4	19,6	11,2	8,6	13,2	7,1
	15,1	17,2	14,4	9,6	13,8	14,6	6,1	7,4
Молочная спелость	28,7	19,9	37,6	21,1	14,4	24,4	23,6	19,1
	23,8	13,6	25,4	22,6	20,9	17,4	11,6	18,2
Восковая спелость	17,6	17,4	17,0	17,0	26,6	12,2	24,4	8,9
	9,2	6,7	13,4	13,0	15,0	8,0	18,4	7,7
Среднее за веге- тацию	21,5	19,6	23,3	19,3	20,0	15,4	21,9	16,5
	16,8	13,9	17,6	14,7	15,7	13,6	11,2	12,0

Динамика нитратного и аммиачного азота (мг/кг) в слоях почвы 0—20 см (в числителе) и 20—40 см (в знаменателе) под ячменем (в среднем за 1980—1981 гг.)

Фаза	Опыт I				Опыт II			
	плодо- смен	оз. пше- ница — ячмень	карто- фель — ячмень	ячмень бессменно	П—Я— —Р—ВО	П—Я— —Р—О	П+ГС— —Я—Р+ +ГС—О	П+ГС+ +С—Я— —Р+ГС+ +С—О
Нитратный азот								
Кущение	30,5	30,5	28,3	26,2	30,4	23,0	23,9	20,0
	18,5	22,5	18,7	18,5	19,0	16,4	19,5	16,5
Выход в трубку	23,9	23,2	14,9	14,9	28,0	19,4	14,5	11,9
	12,9	12,6	9,4	9,2	11,3	10,2	12,1	7,0
Колошение	12,0	11,6	14,0	10,4	19,0	14,3	7,0	6,3
	9,2	8,0	10,4	5,7	8,0	5,4	4,1	4,0
Молочная спелость	12,5	9,8	13,5	12,4	20,3	24,5	12,6	13,1
	8,6	6,5	9,5	6,4	9,4	14,8	8,2	11,6
Восковая спелость	21,4	9,0	25,4	6,8	14,4	17,4	8,0	6,3
	11,2	6,0	11,4	6,5	6,0	5,6	5,3	7,0
Среднее за вегета- цию	20,1	16,8	19,2	14,1	22,4	19,7	13,2	11,5
	12,1	11,1	11,9	9,3	10,7	10,5	9,8	9,2
Аммиачный азот								
Кущение	17,4	9,8	18,2	9,6	20,0	16,4	23,2	26,1
	12,2	10,8	11,4	14,3	8,8	10,4	7,4	10,8
Выход в трубку	10,5	10,4	9,2	11,3	14,6	8,6	13,0	16,8
	6,2	5,6	6,4	5,3	10,3	10,4	6,5	5,8
Колошение	20,4	32,4	33,4	18,4	40,3	39,4	27,0	43,6
	16,5	21,8	18,3	21,8	30,6	27,1	34,0	30,6
Молочная спелость	37,8	12,4	24,2	22,5	16,1	22,2	21,7	19,6
	10,7	16,2	5,8	23,0	13,0	9,0	11,3	16,0
Восковая спелость	4,8	3,0	7,8	2,2	5,9	7,0	17,8	9,8
	1,8	2,6	9,6	1,7	2,6	2,9	8,9	5,2
Среднее за веге- тацию	18,2	13,7	18,6	12,8	19,4	18,7	20,5	23,2
	9,5	11,4	10,3	13,2	13,1	12,0	13,6	13,7

тивности биохимических процессов, погодных условий, водно-воздушного режима. В 1980 г. накопление этих форм азота было больше, чем в 1981 г.

Под озимой пшеницей в фазы кущения и выхода в трубку преобладал нитратный азот (табл. 2, 3).

Максимальное накопление его в почве отмечалось в весенний период, когда после подкормки азотными удобрениями создавались благоприятные условия для превращения азота, а потребность растений в нитратах была невысокой. К фазе колошения содержание нитратного азота резко уменьшалось и оставалось на таком уровне с небольшими колебаниями по вариантам до конца вегетации.

Варианты чередования культур оказывали заметное влияние на динамику накопления нитратного азота, которое во все сроки определения было больше в почве плодосменного севооборота, чем в других вариантах. Самое значительное снижение содержания нитратов наблюдалось в варианте бессменного возделывания и звене озимая пшеница — ячмень. При чередовании озимой пшеницы с овсом в весенний период оно было незначительным и только к концу вегетации стало более заметным.

Влияние зерновых звеньев севооборота и бессменного возделывания на содержание нитратного азота под озимой пшеницей проявлялось не только в пахотном слое, но и подпахотном, особенно в первую половину вегетации.

В опыте II использование пожнивного сидерата и соломы в зерновых культурах приводило к некоторому снижению содержания нитратов в фазы весеннего кущения и выхода в трубку, что определялось потреблением его микроорганизмами в процессе превращения внесенного органического вещества. В среднем за вегетацию содержание нитратного азота по вариантам опыта было одинаковым.

Содержание аммиачного азота под озимой пшеницей резко снижалось к фазе выхода в трубку и повышалось от фазы колошения до молочной спелости (табл. 2). Погодные условия вегетационных периодов оказывали существенное влияние на его динамику. Так, в 1981 г. благодаря повышенной температуре интенсивнее протекали процессы нитрификации, больше накапливалось нитратов и меньше аммиачного азота, чем в 1980 г. Содержание аммиачного азота в слое почвы 0—20 см было выше, чем в слое 20—40 см, только в фазу весеннего кущения. В другие периоды вегетации озимой пшеницы оно мало различалось по слоям.

Севооборотные звенья оказывали незначительное влияние на содержание аммиачного азота под озимой пшеницей. Однако в севообороте при 100 % насыщении зерновыми культурами отмечалось некоторое его снижение в период весеннего кущения и выхода в трубку. В результате повышения биохимической активности почвы при запашке пожнивного сидерата отдельно или в сочетании с соломой накопление аммиачного азота восстанавливалось до уровня севооборота с вико-овсяным паром.

Таким образом, чередование культур оказывает большее влияние на содержание нитратного азота в почве под озимой пшеницей, чем на содержание аммиачного.

Динамика содержания нитратного азота в почве под ячменем подобна его динамике под озимой пшеницей (табл. 3). Однако в первом случае уровень нитратов во все сроки определения был ниже. Указанные различия, вероятно, обусловлены неодинаковыми гидротермическими условиями, складывающимися в одни и те же фазы роста и развития растений под озимой пшеницей и ячменем. Кроме того, возможно, сами культуры оказывают различное ингибирующее действие на процесс нитрификации [17].

В слое почвы 20—40 см содержалось около половины количества нитратного азота, обнаруженного в слое 0—20 см.

Звенья севооборота мало влияли на накопление нитратного азота под ячменем. Только при бессменном возделывании его содержание в первую половину вегетации и к фазе восковой спелости было ниже, чем в других вариантах. К концу вегетации уменьшалось содержание нитратов и в звене озимая пшеница — ячмень.

В зерновом севообороте П—Я—Р—О отмечалось снижение содержания нитратного азота в пахотном слое в период кущения — колошения. Запашка пожнивной горчицы отдельно и совместно с соломой не привела к повышению накопления нитратов в почве. Это объясняется тем, что при разложении пожнивной горчицы (узкое отношение С : N) возможны потери газообразных форм азота. Микроорганизмы, разлагающие солому (широкое отношение С : N), характеризуются повышенным потреблением минерального азота, в результате чего он переводится в органическую форму и закрепляется в почве.

Более резкие изменения в содержании аммиачного азота под ячменем наблюдались в пахотном слое после фазы колошения. Во влажном 1980 г. количество аммония увеличивалось, а в засушливом

1981 г. — уменьшалось. В противоположной зависимости от влажности почвы в этот период находился процесс накопления нитратов. Этот факт, очевидно, связан с тем, что при высокой влажности минерализация почвенного азота протекает интенсивно и увеличиваются потери образовавшихся нитратов за счет вымывания и денитрификации. В этих условиях аммоний накапливается в верхнем слое. Кроме того, процесс мобилизации азота органического вещества может задерживаться на стадии образования аммиака, если нитрификация идет медленно.

В слое почвы 20—40 см аммиачного азота, как и нитратного, сохранилось в 2 раза меньше, чем в пахотном слое. В зерновом звене, бессменном посеве и севообороте со 100 % насыщением зерновыми культурами происходило уменьшение количества аммония в период кушение — выход в трубку. Как уже говорилось выше, причиной этого, вероятно, является обеднение микробиологического ценоза, вынужденного из года в год использовать однообразные по химическому составу растительные остатки и корневые выделения.

Применение зеленых удобрений в чистом виде и в сочетании с соломой не привело к существенному изменению содержания аммиачного азота под ячменем в зерновом севообороте. Однако сидерат и солома активизировали микробиологическую деятельность почвы. Заметно увеличилась численность бактерий, использующих минеральные и органические формы азота, микроскопических грибов, актиномицетов [15]. Запашка зеленых удобрений и соломы способствовала закреплению минерального азота в органической форме, что явилось одной из причин незначительного накопления аммония в почве.

Процессы превращения азота в почве связаны с ее ферментативной активностью, характеризующей функциональную деятельность почвенной биоты и потенциальную способность к осуществлению различных биохимических превращений.

Т а б л и ц а 4

Динамика ферментативной активности почвы в слое 0—20 см под озимой пшеницей (в среднем за 1980—1981 гг.)

Фаза	Опыт I				Опыт II			
	плодо- смен	оз. пше- ница — ячмень	оз. пше- ница — овес	оз. пше- ница бес- сменно	П—Я— —Р—ВО	П—Я— —Р—О	П+ГС— —Я—Р+ +ГС—О	П+ГС+ +С—Я— —П+ГС+ +С—О
Нитратредуктаза, мг NO ₃ на 10 г почвы								
Весеннее кушение	27,6	24,5	24,0	22,0	21,2	21,2	25,8	24,9
Выход в трубку	27,4	25,1	23,0	22,7	21,8	19,8	24,2	22,9
Колошение	24,5	25,0	23,8	22,6	20,2	21,2	24,2	24,0
Восковая спелость	25,4	22,2	22,9	20,9	20,7	21,2	22,8	23,2
Среднее	26,2	24,2	23,4	22,0	21,0	20,8	24,2	23,8
Нитритредуктаза, мг NO ₂ на 10 г почвы								
Весеннее кушение	7,4	6,1	4,5	3,2	6,4	5,6	9,0	8,8
Выход в трубку	8,4	4,0	4,2	4,9	3,5	3,9	5,6	4,3
Колошение	7,2	4,4	4,6	4,1	4,2	4,1	5,4	4,8
Восковая спелость	6,2	5,4	4,9	4,0	3,3	4,6	6,8	5,0
Среднее	7,3	5,0	4,6	4,0	4,4	4,6	6,7	5,7
Гидроксиламинредуктаза, мг NH ₂ ОН на 10 г почвы								
Весеннее кушение	20,4	11,4	12,0	10,2	12,3	13,2	14,8	14,6
Выход в трубку	13,0	12,6	13,8	11,7	11,8	12,2	13,3	12,6
Колошение	15,4	14,1	14,2	9,6	11,6	12,7	13,8	13,2
Восковая спелость	21,2	13,4	13,0	14,0	13,8	12,4	10,1	9,6
Среднее	17,5	12,9	13,2	11,4	12,4	12,6	13,0	12,5

Разные культуры существенно различаются по степени влияния на биологическую активность почвы. Поэтому при построении севооборота важно знать степень изменения ферментативной активности каждым видом растений.

Наши исследования по динамике активности ферментов, участвующих в восстановлении нитратов до аммиака, показали, что варианты чередования влияли на этот показатель.

В зерновых звеньях снижалась активность нитратредуктазы в почве под озимой пшеницей в начале весенней вегетации (табл. 4). Более значительное ее падение отмечено в бессменных посевах в течение всей вегетации. Эти изменения соответствуют динамике нитратного азота в почве, поскольку нитратредуктаза обнаруживается в среде только в присутствии нитрата.

Активность нитратредуктазы в зерновых звеньях и при бессменном возделывании во все сроки определения была ниже, чем в плодосменном севообороте. В этих же вариантах наблюдалось снижение активности гидроксилламинредуктазы в начале и конце вегетации.

Активность ферментов, катализирующих восстановление нитратов, в севооборотах с 75 и 100 % насыщением зерновыми культурами была одинаковой и более низкой, чем в плодосменном севообороте. Это свидетельствует об угнетении биологической активности почвы в данных севооборотах. Применение в зерновых севооборотах зеленых удобрений отдельно и в сочетании с соломой позволило повысить ферментативную активность почвы.

В почве под ячменем отмечено некоторое снижение активности нитратредуктазы только при бессменном возделывании в фазу кущения (табл. 5). В последующем она восстанавливалась до уровня в контроле. Уменьшение активности нитрит и гидроксилламинредуктаз происходило во всех опытных вариантах почти на протяжении всей вегетации.

В зерновом севообороте, как и под озимой пшеницей, запашка си-

Т а б л и ц а 5

Динамика ферментативной активности в слое почвы 0—20 см под ячменем
(в среднем за 1980—1981 гг.)

Фаза	Опыт I				Опыт II			
	плодо- смен	оз. пше- ница — ячмень	карто- фель — ячмень	ячмень бессменно	П—Я— —Р—ВО	П—Я— —Р—О	П+ГС— —Я—Р+ +ПС—О	П+ГС+ +С—Я— —Р+ГС+ +С—О
Нитратредуктаза, мг NO ₃ на 10 г почвы								
Весеннее кущение	28,0	26,6	26,4	22,4	21,2	21,8	25,4	25,0
Выход в трубку	25,8	24,6	26,4	25,2	21,8	21,6	26,3	26,5
Колошение	22,6	20,1	23,4	21,5	20,2	19,9	24,2	24,9
Восковая спелость	25,8	26,4	27,4	25,8	19,7	19,1	23,2	23,2
Среднее	25,5	24,4	25,9	23,7	20,7	20,6	24,8	24,9
Нитритредуктаза, мг NO ₂ на 10 г почвы								
Весеннее кущение	9,0	5,6	7,0	4,1	4,6	4,1	7,1	7,5
Выход в трубку	9,7	6,5	8,8	5,2	2,8	4,4	8,4	7,1
Колошение	7,5	5,2	5,2	4,0	2,8	4,6	6,6	6,1
Восковая спелость	7,0	4,3	4,8	3,1	2,8	3,7	5,6	7,0
Среднее	8,3	5,5	6,4	4,1	3,2	4,2	6,9	6,9
Гидроксилламинредуктаза, мг NH ₂ OH на 10 г почвы								
Весеннее кущение	19,6	14,8	13,8	11,8	10,8	11,2	20,0	19,0
Выход в трубку	19,5	16,2	15,6	15,6	11,8	11,4	17,6	18,2
Колошение	15,8	14,9	11,6	13,0	10,4	11,8	16,7	17,8
Восковая спелость	12,8	11,6	14,6	10,2	10,4	10,2	15,1	12,6
Среднее	16,9	14,4	11,4	12,6	10,8	11,2	17,4	16,9

дерата и соломы способствовала поддержанию ферментативной активности на более высоком уровне, чем в контроле.

Таким образом, динамика активности нитратредуктазы, катализирующей начальный этап восстановления нитратов, в основном совпала с изменениями в содержании нитратного азота в почве. Дальнейшее восстановление нитрита идет двумя путями. Одна его часть в энергетическом обмене при дыхании в анаэробных условиях восстанавливается до молекулярного азота или закиси азота, другая — через гидроксилламин до аммиака. Поэтому содержание азота в почве в определенной мере зависит от вида денитрификации.

Существенное снижение активности нитрит- и гидроксилламинредуктаз под озимой пшеницей и ячменем в бессменных посевах и зерновых звеньях на протяжении всей вегетации, видимо, связано с увеличением газообразных потерь азота. Это подтверждается результатами микрополевого опыта, показавших, что в почве под бессменным ячменем биологическая иммобилизация азота меньше, а потери — больше, чем в севообороте [18].

Выводы

1. При 100 % насыщении севооборота зерновыми культурами урожайность озимой пшеницы и ячменя снижалась на 1,2—18,5 % и была наименьшей в бессменных посевах. Падение урожайности озимой пшеницы было больше при ее чередовании с ячменем, чем в звене с овсом.

2. Применение зеленых удобрений и соломы в специализированном зерновом севообороте позволяет устранить снижение урожайности полевых культур.

3. Погодные условия вегетационных периодов оказывают значительное влияние на превращение азота в почве. Во влажные годы содержание нитратного азота уменьшалось, а аммиачного увеличивалось, в сухие — наоборот.

4. Содержание минерального азота в почве под зерновыми культурами в течение всей вегетации в слое 20—40 см было приблизительно в 2 раза меньше, чем в слое 0—20 см.

5. При бессменном возделывании озимой пшеницы и в звене озимая пшеница — ячмень накопление нитратов в слое почвы 0—20 см снижается в начале весенней вегетации. Меньше влияло чередование культур на накопление аммиачного азота.

6. В почве под ячменем торможение накопления минерального азота отмечалось только в бессменных посевах.

7. В зерновых звеньях севооборота и бессменных посевах озимой пшеницы и ячменя снижается активность нитрит- и гидроксилламинредуктаз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрономическая микробиология. Л.: Колос, 1976. — 2. Александрович П. К. Севооборот и бессменные культуры. — Сб. науч. тр. БСХА, Горки, 1978, вып. 49, с. 3—9. — 3. Александрович П. К. Биологические свойства почвы в севообороте. — Там же, с. 93—98. — 4. Берестецкий О., Возняковская Ю., Попова Ж. Особенности микробных комплексов при длительной монокультуре яровой пшеницы. — Микробиол. процессы в почвах и урожайность с.х. культур (матер. к республик. конфер. 6—7 июня 1978 г.). Вильнюс, 1978, с. 40—41. — 5. Борисова Н. И. Спектрометрический метод определения нитритов в почве. — Агрохимия, 1968, № 8, с. 148—153. — 6. Воробьев С. А. Теоретические основы специализированных севооборотов. — В сб.: Пробл. землед. М.: Колос, 1978, с. 45—52. — 7. Воробьев С. А. Севообороты интенсивного земледелия. М.: Колос, 1979. — 8. Воробьев С. А., Иванов Ю. Д. Урожайность зерновых культур и плодородие почвы в специализированных севооборотах Подмосковья. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 3, с. 22—31. — 9. Воронова А. Влияние удобрений на биологическую активность почвы в зернопропашном севообороте. — Науч. тр. СибНИИ расте-

- ниевод. и селек. Новосибирск, 1976, вып. 1, с. 106—118. — 10. Галстян А. Ш. Определение активности ферментов почв (метод. указ.). Ереван: НИИ почв и агрохим. АрмССР, 1978, с. 55. — 11. Гаскина В. К вопросу о нитратном режиме почвы в полях севооборота и монокультур в условиях Красноярской лесостепи. — В сб.: Рациональное использование и увеличение растительных ресурсов в Восточ. Сиб. Иркутск, 1978, с. 58—66. — 12. Гродзинский А. М. и др. Аллелопатическое почвоутомление. — Киев: Наукова думка, 1979, с. 248. — 13. Доспехов Б. А., Кирюшин Б. Д. Плодородие почвы в условиях севооборота и бессменных культур. — Сельск. хоз-во за рубежом, 1979, № 11, с. 2—7. — 14. Доспехов Б. А., Кирюшин Б. Д., Братерская А. Н. Влияние длительного сельскохозяйственного использования почвы на ее свойства, урожайность и качество полевых культур. — Агрохимия, 1980, № 9, с. 46—57. — 15. Лошаков В. Г., Сидоренко О. Д., Султанов М. М. Влияние пожнивных зеленых удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы в специализированных зерновых севооборотах. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 5, с. 70—78. — 16. Лыхов А. М., Сафонов А. Ф., Лапочкин В. М. Ферментативная активность и фитотоксичность почвы в специализированных звеньях севооборотов. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 3, с. 29—38. — 17. Райс Э. Аллелопатия. /Пер. с англ. М.: Мир, 1978. — 18. Смирнов П. М., Кидин В. В., Иванникова Л. А. Превращение азота удобрений и использование его растениями на почвах разной степени окультуренности. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 3, с. 84—89. — 19. Цивенко И. А., Кудрявцева С. В. Плодородие дерново-подзолистой почвы в севооборотах, специализированных на производстве зерна. — Вестн. с.-х. науки, 1980, № 3, с. 108—113.

Статья поступила 11 мая 1982 г.

SUMMARY

Experiments were conducted in 1979—1981 on sod-podzol soils on experimental farm "Michilovskoe" of the Timirjazev Academy. The yields of wintered wheat and barley decreases with 100 % grain crop rotation. The plowing under of green manure crop and straw after harvesting winter wheat allows to avoid the decrease in yield. The content of mineral nitrogen in soil and grain decreases at the beginning of spring vegetation of winter wheat and barley under the conditions of 100 % grain crop rotation. At the same time activity of enzymes acting in nitrite reduction falls which testifies to the increase of nitrogen gas losses from the soil.