
РАЗДЕЛ 5

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.8.022.3:631.81:631.85

ПРОБЛЕМА АЗОТНОГО РЕЖИМА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЛОСЫ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ В СИСТЕМЕ ПОЛЕВЫХ СЕВОБОРОТОВ

Илюшкина О.В.

Омский аграрный научный центр

В статье представлены данные о вариантах регулирования доступного для растений азота на серой лесной почве нечерноземной зоны Западной Сибири, за счет возможностей ведения севооборотов на различных фонах минерального питания. В результате представленных данных можно сделать вывод, что при безнавозной системе ведения сельского хозяйства 4-польные севообороты с насыщенностью зерновыми культурами до 75% можно рекомендовать на более плодородных по агрохимическому составу почвах, а на бедных почвах подойдет севооборот, насыщенный зерновыми культурами – 57%, парами – 14% и многолетними травами – 29%. Представленные схемы севооборота способствовали накоплению нитратного азота в слое почвы 0-40 см, наиболее высокие показатели содержания N-NO₃ отмечены на паровых полях. Бессменные посевы зерновых культур обладают наименьшей способностью к накоплению доступного минерального азота на серой лесной почве.

Ключевые слова: почва, нитратный азот, мобилизация азота, гумус, севооборот.

THE PROBLEM OF THE NITROGEN REGIME OF THE NON-CHERNOZEM BELT OF THE OMSK REGION IN THE SYSTEM OF FIELD CROP ROTATIONS

Ilyushkina O.V.

Omsk Agrarian Scientific Center

The article presents data on possible options for regulating the nitrogen available to plants on the gray forest soil of the non-chernozem zone of Western Siberia, due to the possibility of crop rotation on various backgrounds of mineral nutrition. As a result of the data presented, it can be concluded that with no manure farming system, 4-field crop rotations with a saturation of grain crops up to 75% can be recommended on soils that are more fertile in terms of agrochemical composition, and on poor soils, a crop rotation saturated with grain crops is suitable - 57%, in pairs - 14% and perennial grasses - 29%. The presented crop rotation schemes contributed to the accumulation of nitrate nitrogen in the soil layer of 0-40 cm, the highest levels of N-NO₃ content were noted in fallow fields. Permanent crops of grain crops have the least ability to accumulate available mineral nitrogen on gray forest soil.

Key words: soil, nitrate nitrogen, nitrogen mobilization, humus, crop rotation.

Проблема азота имеет важное значение для успешного развития сельского хозяйства. В почвах всегда располагается определенный запас элементов питания для растений. По данным Д.Н. Прянишникова доля азота полученного за счет протекания естественных процессов нитрификации и аммонификации на различных почвах достигает 18-20%, оставшиеся 84 % для получения максимального урожая, необходимо создавать за счет биологического (с помощью клубеньковых бактерий, органических удобрений) и технического азота (минеральные удобрения).

Опыты по усовершенствованию технологии ведения полевых севооборотов ведутся достаточно давно с 1999 г. Согласно данных представленных в рабочей программе и отчетах за 1999 г., опыты были заложены научным сотрудником Котелкиной Л.Л. под руководством доктора сельскохозяйственных наук Неклюдова А.Ф. На современном этапе ведения долголетнего стационара главной целью исследований является выявление продуктивности современных сортов в зависимости от предшественника и уровня минерального питания.

Объекты и методы исследования

В данной публикации представлены сведения по итогам проводимой научно-исследовательской работы за 2022 год. В ходе исследований изучалось два фона минерального питания: фон I – без внесения удобрений и фон II – с минеральными удобрениями. Дозы удобрений вносились под озимую рожь N₄₀P₆₀K₆₀, под остальные культуры – N₆₀P₆₀K₆₀ кг д.в./га. В качестве калийных удобрений использовался калий хлористый, фосфорных – аммофос (NH₄H₂PO₄) с содержанием 52% фосфора и 12% азота (аммонийный азот), а также аммиачная селитра (NH₄NO₃). Таким образом азот вносился в двух формах – в аммиачной и нитратной. Ион NH⁴⁺ участвует в различных по значению и направлению процессах. Он усваивается растениями, вовлекается в гумификацию, частично вымывается или фиксируется, а также подвергается нитрификации. Нитрат-ион частично вымывается, активно поглощается растениями и частично подвергается денитрификации, замыкая тем самым биогеохимический цикл азота.

Опытные делянки располагаются в подтаежной зоне Омской области, на серой лесной оподзоленной среднетяжелой суглинистой типичной для зоны почве.

Далее представлена схема исследований с различными схемами севооборотов и агрохимическая характеристика серой лесной почвы по изучаемым вариантам (таблица 1).

Таблица 1

Агрохимическая характеристика серой лесной почвы в полевых севооборотах, данные за 2022 г.

№ сев-та	Поля севооборота	Содержится в почве, мг/кг								Гумус, %
		N-NO ₃		P ₂ O ₅		K ₂ O		pH		
		ФОН I	ФОН II	ФОН I	ФОН II	ФОН I	ФОН II	ФОН I	ФОН II	
I	Ч.пар-оз.рожь-пшеница-овес	5,4	6,0	123,00	168,50	63,00	71,88	5,1	5,1	3,09
II	З.пар-пшеница-горох-ячмень	7,5	6,6	114,75	210,25	60,88	66,13	5,2	5,0	3,00
III	Ч.пар-оз.рожь-ячмень+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-пшеница-овес	6,8	9,5	106,00	162,36	58,07	63,14	5,1	5,0	2,30
IV	С.пар-оз.рожь-пшеница+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-ячмень-овес	4,5	7,5	112,10	178,10	60,10	57,90	5,2	5,1	2,40
Бесменные посевы	овёс	3,0	3,2	94,00	176,00	58,00	67,00	5,1	4,9	-
	пшеница	4,4	4,8	117,50	218,50	64,50	72,00	5,2	4,9	-
	ячмень	3,2	3,9	110,50	161,00	61,50	71,50	5,2	4,9	-

Результаты и их обсуждение

Согласно приведенным данным, полученным в ходе исследований, выявлено, что в различных вариантах севооборотов и бессменных посевов содержание нитратного азота мало изменяется, а вносимый с минеральными удобрениями азот незначительно увеличивает его содержание. Однако на бессменных посевах все значения находятся в градации очень низкого содержания, и характеризуют очень сильную потребность сельскохозяйственных культур во внесении минеральных удобрений.

В таблице 2 представлены данные за 2020-2021 года согласно научным отчетам и протоколам испытаний агрохимического анализа образцов почв проводимых в лаборатории агрохимических исследований Омского АНЦ, образцы отобраны под руководством ответственного исполнителя за проведение опытов ведущим научным сотрудником Омского АНЦ Мансаповой А.И. в период трудовой деятельности. В 2022 году ответственным исполнителем проводимых исследований являлся старший научный сотрудник отдела северного земледелия Омского АНЦ Илюшкина О.В.

Таблица 2

Динамика содержания нитратного азота по годам исследований

№ сев-та	Поля севооборота	Содержится в слое почвы 0-40 см, N-NO ₃ , мг/кг							
		2020		2021		2022		Среднее	
		ФОН I	ФОН II	ФОН I	ФОН II	ФОН I	ФОН II	ФОН I	ФОН II
I	Чистый пар	4,7	6,4	7,9	7,5	6,7	9,2	6,4	7,7
	Оз.рожь-пшеница-овес	1,3	1,7	5,6	4,0	6,5	7,1	4,5	4,3
	Среднее:	3,0	4,0	6,7	5,8	6,6	8,1	5,4	6,0
II	Занятый пар	8,1	8,0	8,1	8,0	11,3	6,3	9,2	7,4
	пшеница-горох-ячмень	5,0	4,9	5,0	4,9	7,3	7,9	5,8	5,9
	Среднее:	6,6	6,4	6,6	6,4	9,3	7,1	7,5	6,6
III	Чистый пар	7,1	14,1	6,8	13,4	13,3	15,5	9,1	14,3
	Оз.рожь-ячмень+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-пшеница-овес	4,5	4,0	4,5	4,0	4,3	5,8	4,4	4,6
	Среднее:	5,8	9,0	5,7	8,7	8,8	10,7	6,8	9,5
IV	Сидеральный пар	7,8	14,0	7,8	14,0	4,5	8,5	6,7	12,2
	Оз.рожь-пшеница+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-ячмень-овес	1,8	2,0	1,6	1,8	3,7	5,0	2,4	2,9
	Среднее:	4,8	8,0	4,7	7,9	4,1	6,7	4,5	7,5
Бессменные посева	овёс	2,0	2,6	2,0	2,6	3,0	4,5	2,3	3,2
	пшеница	4,6	4,9	4,6	4,9	4,95	4,3	4,7	4,7
	ячмень	1,8	2,0	1,8	2,0	3,9	4,7	2,5	2,9

В семипольных севооборотах содержание нитратного азота в слое почвы 0-40 см увеличивается по чистому пару на 3,1 мг/кг, а по сидеральному пару на 2,5 мг/кг. Содержание минерального азота изменяется в севообороте №3 в диапазоне 5,2 – 8,3 мг/кг, в севообороте № 4 от 4,6 до 7,1 мг/кг по двум фонам. В результате видно, что вносимые дозы азотных удобрений способствовали его увеличению с очень низкого, до низкого значения (согласно градации <5 мг/кг – очень низкое, 5-10 мг/кг – низкое содержание в слое почвы 0-40 см). Таким образом, при без навозной системы удобрений, более благоприятные условия складываются на паровых полях на фоне внесения минеральных удобрений. Однако уровень естественного плодородия почвы способен обеспечивать за период парования накопления азота от 5,0 до 7,5 мг/кг, если брать во внимание все анализируемые севообороты.

Полученные данные показывают, что с многолетними травами, при улучшении уровня минерального питания больше накапливается нитратного азота на паровых полях, в дальнейшем возделываемые культуры расходуют данный азот и его содержание несколько уменьшается, особенно низкие показатели отмечены по сидеральному пару от 1,5 до 2,0 мг/кг (по двум фонам).

В севооборотах короткой ротации, без многолетних трав, нитратный азот даже с внесением минеральных удобрений слабо накапливается и быстро расходуется возделываемыми зерновыми культурами.

Для объективного анализа обеспеченности целого севооборота минеральным азотом далее представлены данные по динамике накопления N-NO₃ за вегетационный период 2022 г. (таблица 3).

Таблица 3

Запасы доступного N-NO₃ в серой лесной почве по различным схемам севооборота, за вегетационный период 2022 г.

Вариант севооборота	фон	N-NO ₃ в почве, кг/га		N _в – вынос азота растением, кг/га	B _N – баланс азота, кг/га	N _м – мобилизация N под растением, кг/га	КИП азота
		N _н - в начале посева	N _о – остаток в период уборки				
Ч.пар-оз.рожь-пшеница-овес	фон I	28,13	42,38	43,42	85,79	57,67	0,55
	фон II	32,00	44,13	62,22	106,34	74,34	0,62
З.пар-пшеница-горох-ячмень	фон I	49,63	33,25	74,60	107,86	58,23	0,64
	фон II	39,00	35,75	95,20	130,90	91,90	0,72
Ч.пар-оз.рожь-ячмень+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-пшеница-овес	фон I	32,21	23,64	64,40	88,01	55,79	0,70
	фон II	41,36	30,71	79,70	110,46	69,10	0,69
С.пар-оз.рожь-пшеница+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-ячмень-овес	фон I	29,00	17,40	54,01	71,41	42,41	0,74
	фон II	42,75	24,70	70,63	95,33	52,58	0,71
Бессменный овес	фон I	22,50	7,50	33,68	41,18	18,68	0,69
	фон II	27,50	17,50	55,10	72,61	45,11	0,71
Бессменная пшеница	фон I	31,50	18,00	37,56	55,56	24,06	0,60
	фон II	27,00	16,00	59,10	75,14	48,14	0,73
Бессменный ячмень	фон I	27,50	11,00	24,38	35,38	7,88	0,56
	фон II	14,50	32,50	34,10	66,62	52,12	0,59

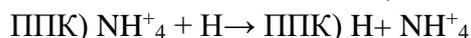
Полученные данные в ходе исследований показывают, что вносимые дозы минеральных удобрений способствовали лучшей мобилизации нитратного азота под культурами, причем как в системе целого севооборота, так и на бессменных посевах. На фоне естественного плодородия почвы уровень мобилизации азота изменялся с 7,88 до 58,23 кг/га, а при условии вносимых доз азотно-фосфорно-калийных удобрений с 45,11 до 91,90 кг/га. Самый низкий уровень мобилизации N-NO₃ в почве отмечается на бессменных посевах.

Уровень баланса азота более 100 кг/га отмечается в первом, втором и третьем севооборотах. Необходимо отметить, что в 4-польном севообороте с занятым паром баланс азота по двум фонам был самым высоким и изменялся от 107,86 до 130,90 кг/га, что способствовало наилучшей его мобилизации под растением. При расчете выноса культурами севооборота использовались данные из справочной литературы [11].

С учетом полученных величин представленных в таблице 3 используя формулу (1) можно рассчитать дозы вносимых минеральных удобрений: $D_N = (N_B/KИП) \cdot N_m$ (формула 1). При этом учитывается не только уровень содержания азота в почве, но и вынос растениями $N-NO_3$, а также уровень конечной мобилизации, т.е. используется триединство системы почвы-растение-удобрение.

Существует несколько источников накопления азота в почве, за счет атмосферных осадков, вымываемыми из воздуха NH_3 и NO_3^- , а также азотфиксации свободноживущими микроорганизмами и клубеньковыми бактериями. К этим естественным источникам добавляется техногенный азот, в виде минеральных удобрений. Источниками азота служат остатки животных и растений, но это уже вторичный источник.

Технический азот с удобрениями вносился в двух формах аммонийной и нитратной. Необходимо отметить, тот факт, что поглощение аммонийной формы азота происходит только после контактирования корневых волосков с почвенным поглощающим комплексом. Растение должно выделить ион водорода, что бы произошла реакция обмена. Вместе с растением ионы водорода выделяют и микроорганизмы (А.Г. Возбуцкая, 1935; Д.Н. Прянишников, 1976; Д.С. Орлов, 2005; В.Г. Минеев, 2004, 2017):



NH_4^+ – поглощается растениями путем активного транспорта с помощью транспортных белков переносчиков. Происходят энергетические затраты.

Поэтому, чтобы извлечь NH_4^+ из комплекса нужны: температурный режим больше $10^\circ C$ и наличие оптимальной влажности.

Поглощение NO_3^- происходит за счет электрического потенциала, создаваемого протонами. Происходят энергетические затраты превращения нитратного азота в аммонийный. В азотный метаболизм азот вовлекается только в виде NH_4^+ , который связывается с органическими кислотами с образованием аминокислот.

Нитрификация – это второй источник мобилизации аммонийного азота, который связан с процессом окисления соединения аммония до нитратов и нитритов. Процесс нитрификации во многом зависит от температурного режима.

Оптимальный технологический период внесения аммиачной селитры при возделывании озимых зерновых – это ранняя весенняя подкормка, яровых зерновых – предпосевная культивация. Так как нитратная форма поступает в почву и начинает работать первая, растение трогается в рост развивается корневая система, что создает благоприятные условия для ее развития и формирования вегетативной массы. Если погода холодная, то очень много времени аммоний находится в почвенном поглощающем комплексе и растению он будет не доступен. При применении комплексного удобрения под озимые аммофос лучше вносить в предпосевную культивацию или в день посева (осенью), для улучшения азотного и фосфорного режима. Так как погодный режим позволяет более рационально культуре использовать данное удобрение.

Так, например, при температуре 5⁰С и менее, разложение аммония до нитратной формы происходит за 6 недель, 8⁰С – 4 недели, 10⁰С – 2 недели, 20⁰С – 1 неделя (Т.Л. Быстрицкая, В.В. Волкова, В.В. Снакин 1981, Орлов Д.С. 2005, Минеев В.Г. 2004).

Представленные данные в таблице 4 показывают, что в подтаежной зоне Омской области самыми благоприятными условиями для образования минерального азота создаются в июле и августе, когда почва в слое 0-20 см прогревается до 20,08⁰С. Низкие температуры в мае (11,98⁰С) и сентябре (11,63⁰С) замедляют данные процессы.

Таблица 4

Метеоусловия периода вегетации растений (данные Гисметеослужбы г.Тара)

Год	температура почвы в слое 0-20 см, °С					май-сентябрь		
	май	июнь	июль	август	сентябрь	t почвы в слое 0-20 см, °С	t воздуха, °С	Сумма осадков, мм
2019	9,53	14,83	20,43	18,63	12,27	15,14	14,2	267,0
2020	14,57	16,30	21,03	18,70	11,20	16,36	15,7	319,0
2021	11,33	16,73	19,90	18,43	11,23	15,53	15,0	350,0
2022	12,47	15,77	18,93	17,60	11,80	15,31	13,9	274,6
Средняя по месяцам:	11,98	15,91	20,08	18,34	11,63	15,59	13,9	271,0

Богатство почв азотом находится в прямой зависимости от количества гумуса в них. Важно обращать внимание не только на количество гумуса, но и на его качественный состав (Градобоев, 1960 г., стр. 131). Далее для примера представлена таблица 5 взятая из учебника Н.Д. Градобоев, В.М. Прудникова, И.С. Сметанин, 1960 г. показывающая наглядно, как на одном и том же типе почв с разным содержанием гумуса меняется его качественный состав.

Таблица 5

Качественный состав гумуса серых лесных почв на глубине пахотного горизонта*

Глубина, см	Углерод, %	В % от общего углерода		
		гуминовые кислоты	фульвокислоты	Нерастворимый остаток
Темно-серая лесная осолодевшая				
0-10	3,28	30,17	12,48	36,28
30-40	0,89	28,09	23,60	25,84
Светло-серая лесная осолодевшая				
0-10	1,96	38,77	22,95	26,08
30-40	0,67	29,70	25,35	17,90

На темно-серых лесных почвах богат гумусом верхний горизонт (0-10 см) по составу гуминовых и фульвокислот приближается к черноземным почвам, но с глубиной происходит увеличение фульвокислот. На бедных светло-серых лесных почвах низкое содержание гумуса, с преобладанием фульвокислот.

Опытами, проводимыми Г.П. Гамзиковым, П.С. Широких показано, что гуминовые кислоты в черноземных почвах представлены малоподвижными фракциями, а дерново-подзолистые более мобильными фракциями, так как в них содержится больше аммонийного азота.

Экспериментальные данные показывают преобладание азота фульвокислот в дерново-подзолистых почвах и азота гуминовых кислот в серых лесных почвах и черноземах. Около четверти азота гумусовых кислот находится в составе нерастворимого остатка – гумина (таблица 6).

Таблица 6

Величина и качество содержания гумуса в зависимости от типа почв*

Тип почвы	Гумус, %	Тип гумуса	Сгк / Сфк
Подзолистые	1-1,5	фульватный	<0,5
Дерново-подзолистые	2-4,0	гуматно-фульватный	0,5-1,0
Серые лесные	4-6,0	фульватно-гуматный	1-1,5
Черноземы	7-15	гуматный	>1,5

*Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд-ние. Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 790 с.

В тоже самое время почвенный азот связан с органической жизнью, которая состоит из белков, аминокислот и амидов. После распада органических соединений под действием микроорганизмов азот переходит в аммиачную (NH_3), затем окисляется до нитратной (NO_3) и нитритной (NO_2) форм. В почве азот присутствует в виде аммиачных, азотистокислых и азотнокислых солей. Именно эти формы используются высшими растениями в качестве источника азота. Питание растений азотом в почвенных условиях зависит, с одной стороны, от запасов его в почве, с другой стороны – от скорости его минерализации (Г.П. Гамзиков, 2017 г.).

В нормальных, не засоленных и не заболоченных почвах, где бактериологические процессы находятся в достаточно благоприятных условиях, знание общего содержания азота уже дает нам представление об относительной обеспеченности азотом растений на этой почве. Так черноземы, содержащие 0,3 – 0,6% азота, больше обеспечивают им растения, чем подзолистые почвы с 0,05 – 0,25% N. Различия между содержанием органического вещества и обеспеченность различных типов почв азотом, показывают четкую зависимость. Поэтому по количеству гумуса в почве можно до известной степени судить и об обеспеченности азотом (Г.П. Гамзиков, 2013).

Ученым Юджин В. Хилгардом представляются следующие данные:

- почвы, содержащие около 2% гумуса, всегда нуждаются в азоте.
- 3%, не нуждаются в азоте если содержат достаточно Са.
- 5% и выше, не нуждается в азоте.

Серые лесные почвы характеризуются слабой насыщенностью основаниями, прежде всего кальцием, высокой кислотностью и этим самым можно объяснить нехватку нитратного азота в почве, под культурами. Учитывая низкое плодородие серых лесных почв подтаежной зоны Западной Сибири улучшение их нитратного режима следует считать важнейшей задачей земледелия. Поэтому на малогумусированных почвах при без навозной системы рекомендуются севообороты с двумя полями многолетних трав, а на почвах более гумусированных можно использовать 4-польные севообороты, насыщенные зерновыми культурами до 75%.

Оценивая продуктивность севооборотов по выходу зерна, следует отметить зерно-паротравянные севообороты с чистым и сидеральным парами. Выход зерна с 1 гектара севооборотной площади составил на не удобренном фоне по 2,21 и 2,57 т/га, а на удобренном – 2,59 и 2,92 т/га, в зернопаровых севооборотах – 1,10 – 2,21 и 1,32 – 2,59 т/га, соответственно (таблица 7).

Таблица 7

Сравнительная оценка севооборотов по выходу основных показателей продукции (2022 г.), т/га

Чередование культур в севооборотах	Выход зерна, т/га		Прибавка к средним показателям по бессменным посевам, т/га	
	ФОН I	ФОН II	ФОН I	ФОН II
Ч.пар-оз.рожь-пшеница-овес	1,10	1,32	-0,25	-1,05
З.пар-пшеница-горох-ячмень	2,21	2,59	+0,86	+0,22
Ч.пар-оз.рожь-ячмень+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-пшеница-овес	2,57	2,92	+1,22	+0,55
С.пар-оз.рожь-пшеница+мн.тр.-мн.тр.1 г.п - мн.тр. 2 г.п.-ячмень-овес	2,34	2,89	+0,99	+0,52
Бессменный овёс	1,64	3,44	-	-
Бессменная пшеница	1,13	2,02	-	-
Бессменный ячмень	1,27	1,64	-	-
Среднее по бессменным посевам:	1,35	2,37	-	-

Согласно представленным данным в таблице 5 продуктивность севооборотов по отношению к бессменным посевам можно сравнивать с каждой культурой в отдельности. В результате видно, что неплохо себя проявил овес особенно на фоне внесенных доз минеральных удобрений, урожайность по фону I составила – 1,64 т/га, а по фону II – 0,55 т/га. Яровая пшеница на фоне недостаточной обеспеченности минеральными веществами проявила себя несколько хуже урожайность зерна составила – 1,13 т/га, прибавка от вносимых доз минеральных удобрений составила – 0,89 т/га.

Так как при расчете выхода продукции по зерну в системе севооборотов урожайность зерна получается от деления суммы урожаев зерновых на количество полей, занятых культурами. Поэтому дополнительно таким же образом были получены средние значения на бессменных посевах с различными культурами. Самая лучшая продуктивность зерна была получена в 7-польном севообороте с чистым паром, на фоне I прибавка только за счет ведения севооборота без внесения минеральных удобрений составила +1,22 т/га, а на фоне внесения NPK – +0,55 т/га дополнительной продукции.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования в подтаежной зоне Западной Сибири на серых лесных почвах показали, что в условиях 2022 года лучше себя проявил 7-польный севооборот с чистым паром, на котором отмечены самые высокие показатели по выходу зерна. За счет того, что наиболее высокая минерализация гумуса происходит в чистом пару, а насыщенность севооборота кормовыми культурами повышает содержание азота.

Главным фактором в повышении естественного плодородия почв является внесение минеральных удобрений, которые не могут замениться проводимыми агротехнологическими мероприятиями. Выход зерна с единицы севооборотной площади возрастает при внесении удобрений как в системе севооборота, так и в бессменных посевах.

Стремясь за высокими показателями качества и величины урожая культур нужно не пренебрегать и природоохранными мероприятиями, которые возможно соблюдать только при учете полной информации о состоянии окружающей среды. Внесение удобрений должно проводиться в строго регламентированных дозах согласно проводимых почвенных анализов, так как возможны случаи как недостаточных объемов их применения, так и переизбытка внесения. При недостатке азота может наблюдаться ухудшение роста растений, развитие репродуктивных органов и налива зерна. В тоже самое время избыточное содержание азота в почве задерживает созревание растений, они образуют большую вегетативную массу, что приводит к проблемам в уборочный период и к высокому содержанию нитратов в получаемой продукции. Параметры содержания нитратов в растениях определяются уровнем их предельной допустимой концентрацией (ПДК) (В.Г. Минеев, 2004, 2017 гг.).

Весь комплекс мероприятий по охране окружающей среды должен проводиться в том числе и с учетом определения агрохимических показателей как по содержанию элементов питания, так и загрязнителей, конечным результатом которого является составление протокола или сертификата о качестве. Отсутствие на сегодняшний день такой оперативной возможности, не позволяет в полной мере оценивать эффективность тех или иных агротехнологических приемов ведения севооборотов.

Список литературы

1. Быстрицкая Т.Л. Почвенные растворы черноземов и серых лесных почв / Т.Л. Быстрицкая, В.В. Волкова, В.В. Снакин – М.: Наука, 1981 – 148 с.
2. Возбуждая А.Е. Химия почв / А.Е. Возбуждая – Москва: «Сельхозгиз», 1935. – 196 с.
3. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 266 с.
4. Гамзиков Г.П. Почвенная диагностика азотного питания растений и применения азотных удобрений в севооборотах // Плодородие. – 2018. – №1. – С. 8-13
5. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах / Рос. акад. с.-х. наук, Сиб. отд.-ние. Новосибир. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 790 с.
6. Гедройц К.К. Почвенный поглощающий комплекс растение и удобрение / К.К. Гедройц – Москва: «Сельхозгиз», 1935 – 336 с.
7. Ковда В.А. Почвоведение. Учеб. Для ун-тов. В 2 ч./ Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч.1 Почва и почвообразование / В.А. Ковда, Г.Д. Белицина, В.Д. Василевская, Л.А. Гришина и др. – М.: Высш. шк., 1988 – 400 с.
8. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев; Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, КолосС, 2004. – 720 с.
9. Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев, В.Г. Сычёв, Г.П. Гамзиков и др. Учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017 г. – 854 с.
10. Орлов, Д.С. Химия почв: Учебник /Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высш. шк., 2005. – 558 с.
11. Пустовой И.В. / Практикум по агрохимии: учебное пособие/ И.В. Пустовой, В. И. Филин, А. В. Корольков; Под ред. И. В. Пустового. - 5-е изд., перераб. и доп.– М.: Колос, 1995 г. – 334 с.
12. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др.; под ред. Б.А. Ягодина – 2-е издание перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989 – 639 с.
13. Eugene W. Hilgard / Soils, Their Formation, Properties, Composition, and Relations to Climate and Plant Growth in the Humid and Arid Regions – New York, 1921 г. – 593 с.

Илюшкина Ольга Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Отдел северного земледелия, Омский аграрный научный центр
646531 Омская область, г. Тара, ул. Вавилова, д.4
Телефон: +7 (38171) 2-50-58
E-mail: olga-cheboha@mail.ru