

филльных показателей можем прогнозировать снижение урожайности культуры.

**Библиографический список**

1. Мокроносов А.Т. Фотосинтетическая функция и целостность растительного организма: 42-е Тимирязевское чтение / А.Т. Мокроносов. – М.: Наука, 1983. – 64 с.

2. Андрианова Ю.Е. Хлорофилл и продуктивность растений / Ю.Е. Андрианова, И.А. Тарчевский. – М.: Наука, 2000. – 135 с.

3. Большой практикум по физиологии растений / В.Ф. Гавриленко и др. – М., 1975. – 392 с.



УДК 631.51:416.1

**Л.Б. Нестерова,  
А.Е. Кудрявцев,  
Н.Ф. Кудрявцева**

**ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ОБРАБОТКИ  
НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ И МОБИЛИЗАЦИЮ  
ПОДВИЖНЫХ ФОРМ АЗОТА В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ**

***Ключевые слова:** мобилизация, нитрификация, аммонификация, обработки почв, физические свойства почв, плотность почв, структурно-агрегатный состав почв, наименьшая влагоемкость.*

**Введение**

Процессы мобилизации азота в почве чрезвычайно сложны и зависят от множества факторов: физических свойств почв, агротехнических приемов обработки, экологических условий. Взаимодействие этих факторов изучали П.С. Бугаков, Я.И. Лубите, Т.П. Славнина, Г.П. Гамзиков [1-5]. Однако специфика природных условий и хозяйственная деятельность человека оказывают своеобразное влияние на активность азотного питания и его динамичность. В современных условиях для каждой природной зоны необходимо изучить комплекс мероприятий, способствующих повышению активности азотного питания, позволяющего сохранять потенциальное и увеличивать эффективное плодородие почв.

**Объекты и методы исследования**

Объектами наших исследований послужили пахотные почвы, расположенные в агроландшафтах северо-восточной части Приобского плато. Климат исследуемой территории согласно агроклиматическому районированию резко континентальный. Исследуемая территория располагается в

теплом недостаточно увлажненном районе [6]. Сумма эффективных температур выше 10°C составляет 2000-2200°C, гидро-термический коэффициент – 1,2-1,0, среднегодовое количество осадков – 470 мм, из них 150-200 мм приходится на твердые осадки. Продолжительность безморозного периода 110-115 дней.

Согласно геоморфологическому районированию Алтайского края левобережная часть Приобского плато представлена склонами Барнаульско-Алейского широкого водораздела, на котором имеются врезы в виде речных долин. Между ложбинами древнего стока располагаются широкие плосковершинные водораздельные увалы, которые в основном используются в пашне. Основная часть водоразделов представлена склонами южной и юго-западной экспозиций, крутизной 1-3°. Геоморфологические особенности территории предполагают применение противозерозионной системы земледелия, которая способствовала бы сохранению и воспроизводству почвенного плодородия [7].

Согласно почвенному районированию Алтайского края исследуемая территория расположена в зоне черноземов, подзоне обыкновенных черноземов умеренно-засушливой колочной степи. Основу почвенного покрова составляют автоморфные почвы черноземного типа почвообразования, в которых ведущим процессом является дерновый. Для черноземных почв

исследуемой территории характерен хорошо развитый гумусовый горизонт, мощность которого колеблется у незродированных черноземов в пределах 40-57 см, у эродированных – 35-40 см. По содержанию гумуса большая часть исследуемых черноземов относится к малогумусным с содержанием гумуса от 4 до 6%. Распространенные на этой территории черноземы в значительной степени подвержены эрозии. Около 90% пахотных почв имеют слабую и среднюю степень эродированности. Объектом наших исследований являлись пахотные горизонты черноземов выщелоченных, маломощных, малогумусных, среднесуглинистых.

### Экспериментальная часть

Для изучения влияния физических свойств почв и технологических приемов обработки почв на мобилизацию азотного питания в господствующем агроценозе яровой пшеницы на северо-западном склоне плосковершинного водораздельного увала с крутизной склона 1-3° был заложен многофакторный полевой опыт. Схема опыта предусматривала виды обработок: 1 – отвальная вспашка на глубину 25-27 см; 2 – плоскорезная обработка на глубину 25-27 см; 3 – нулевая обработка. На каждом варианте обработок заложены почвенные разрезы и отобраны почвенные образцы.

Руководством для проведения анализов послужили методики, изложенные в пособиях [8-10]. В отобранных образцах почв определяли: плотность, влажность, водопроницаемость, структурно-агрегатное состояние, содержание подвижных форм азота. Нитратную форму азота определяли по Грандваль-Ляжу с дисульфеноловой кислотой, а азот обменного аммония с реактивом Несслера – по Коневу.

Для выяснения достоверности изменения параметров плодородия использовали статистическую обработку. Влияние агротехнических приемов и физических свойств почв на мобилизацию подвижных форм азота и продуктивность яровой пшеницы оценивали с помощью информационно-логического анализа [11].

### Результаты исследования

Проведенное агрофизическое и агрохимическое обследование позволило определить современное состояние плодородия пахотных почв.

Структура почвы является важнейшим признаком, определяющим почвенное

плодородие, это каркас, в котором протекают все процессы, обеспечивающие оптимальные условия роста и развития растений. Рассматривая влияние агрономически ценных агрегатов на мобилизацию минеральных форм азота, следует отметить, что их увеличение не всегда способствует улучшению азотного питания. Оптимальными значениями агрономически ценных агрегатов следует считать значения от 40 до 50%, которые обеспечивают средний уровень нитратной формы азота. Увеличение содержания агрономически ценной структуры не способствует увеличению содержания этой формы азота. Максимальное значение содержания аммонийного азота > 35 мг/кг отмечается при наличии в почве 50% и более агрономически ценных агрегатов. Влияние количества водопрочных агрегатов на мобилизацию азотного питания прямолинейное. При увеличении процентного содержания водопрочных агрегатов происходит увеличение обеспеченности почв подвижным азотом. Средний уровень обеспеченности почв нитратной формой азота отмечается при содержании водопрочных агрегатов 30% и более. Такой же уровень водопрочных агрегатов обеспечивает высокое содержание аммонийной формы азота.

Вода контактирует с твердым компонентом почвы, практически сразу превращается в раствор, обуславливая активность минерального питания. Доступная для растений влага легко усваивается корневой системой растений, активизирует мобилизацию минеральных форм азота и других подвижных элементов питания. Рассматривая влияние полевой влажности и наименьшей влагоемкости на мобилизацию минеральных форм азота, выявлена оптимальная полевая влажность почвы от 20 до 24%. Такое содержание влаги активизирует до среднего уровня нитратную форму азота и повышенного уровня аммиачную форму азота, что подтверждается исследованиями многих авторов [1, 2, 4, 5, 7, 12-14]. По-видимому, такие значения влажности почвы оказывают влияние, прежде всего, на активность микрофлоры, которая, в свою очередь, активизирует мобилизацию минеральных форм азота.

Оптимальные значения наименьшей влагоемкости пахотного горизонта в интервалах от 37,6 до 39,6% обеспечивают содержание в почве нитратной формы азота от 15 до 25 мг/кг почвы и содер-

жание аммиачной формы азота – от 35 до 39 мг/кг, что, соответственно, характеризует средний и высокий уровень обеспеченности почв определяемыми формами азота. Увеличение или уменьшение наименьшей влагоемкости приводит к снижению содержания в почве аммонийного и нитратного азота. Повидимому, при увеличении или снижении наименьшей влагоемкости происходит ухудшение воздушных свойств почв, которые, в свою очередь, снижают мобилизацию подвижных элементов питания. Установленный оптимальный уровень наименьшей влагоемкости характерен для исследуемых почв.

Влажность почвы тесно связана с ее порозностью и аэрацией. Большинство исследователей считают, что рыхлое строение почвы благоприятствует течению процессов нитрификации [1, 3, 4]. Вместе с тем есть данные, свидетельствующие о положительном влиянии уплотнения на различные свойства почвы, в том числе на процессы нитрификации [2, 5, 14]. По мнению В.В. Медведева, оптимальным значением плотности на черноземных почвах для возделывания зерновых культур является плотность от 1,10 до 1,12 г/см<sup>3</sup>. С помощью информационно-логического анализа нами были установлены оптимальные значения плотности от 1,01 до 1,05 г/см<sup>3</sup>. Между минеральными формами азота и плотностью почвы существует высокая степень связи (табл. 1). Процессы нитрификации активизируются при плотности 1,05 г/см<sup>3</sup>, при этом обеспеченность почв нитратной формы азота достигает среднего уровня. Процессы аммонификации оптимальны при плотности от 1,01 до 1,03 г/см<sup>3</sup>. Возможно, это обусловлено тем, что процессы нитрификации могут протекать при относительно более высокой плотности почвы, чем процессы аммонификации.

Агротехнические приемы обработки почвы и меняющиеся при этом изучаемые свойства почв оказывают влияние и на содержание в почве минеральных форм азота. С помощью информационно-логического анализа было определено влияние изучаемых видов обработок на подвижные формы азота. На почвах, обрабатываемых отвально и при использовании нулевой обработки, содержание аммонийного азота не превышало 30 мг/кг почвы. Плоскорезная обработка опосредованно, через изменение рассмотренных выше физических свойств почв, стимули-

ровала подвижность аммонийного азота, и его содержание в почве увеличилось до 40 мг/кг почвы.

Рассматривая влияние видов обработок на содержание в почве нитратного азота, выявлено, что оно колебалось от низкого до повышенного уровня. При плоскорезной обработке содержание в почве нитратного азота не превышало уровня 15 мг/кг почвы и в рассматриваемом случае являлось самым низким. Нулевая обработка способствовала увеличению содержания нитратного азота до среднего уровня (15-20 мг/кг) и достигала максимального значения при отвальной обработке (25-30 мг/кг). Такое содержание нитратного азота по рассматриваемым видам обработок обусловлено усилением процессов нитрификации при улучшении водного и воздушного режима почв.

Изучив влияние физических свойств почв и агротехнических приемов на мобилизацию подвижных форм азота, логично оценить их значимость с помощью информационно-логического анализа по общей информативности (Т, бит) и эффективности канала связи (К), которые представлены в таблице 1. Исследуемые показатели позволяют определить значимость рассматриваемого фактора в определяемом явлении.

По эффективности канала связи изучаемые свойства почв и агротехнические приемы оказывают следующее влияние на мобилизацию обменного аммония:  $C > d_1 > ОП > НВ > ВА > ПВ$ , азота нитратов:  $ОП > С > ПВ > d_1 > ВА > НВ$ , где С – структура;  $d_1$  – плотность почвы; ОП – обработка почвы; НВ – наименьшая влагоемкость; ВА – водопрочные агрегаты; ПВ – полевая влажность. Из приведенного ряда наибольшее влияние на накопление в почве азота нитратов оказывают виды обработок, а на мобилизацию аммонийного азота – структура почвы.

Урожайность сельскохозяйственных культур, как известно, зависит не только от почвенного плодородия, но и от видов обработок почв. Нами было рассмотрено влияние изученных свойств почв и видов обработок на урожайность яровой пшеницы сорта «Алтайская-50». С помощью информационно-логического анализа на основании общей информативности и коэффициента эффективности канала определены наиболее тесные связи между урожайностью и исследуемыми показателями (табл. 2).

Таблица 1

*Зависимость мобилизации минеральных форм азота от свойств почв и агротехнических приемов по общей информативности (Т, бит) и эффективности канала связи (К)*

Свойства почвы и агротехнические приемы	N-NO <sub>3</sub>		N-NH <sub>4</sub>	
	Т, бит	К	Т, бит	К
Обработка почвы	1,2525	0,6320	0,4060	0,2030
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,5446	0,3116	0,5844	0,2626
Полевая влажность, %	0,5503	0,3265	0,2092	0,1152
Структура, %	0,7421	0,3513	0,6838	0,3914
Водопрочные агрегаты, %	0,4624	0,2348	0,3852	0,1935
Наименьшая влагоемкость, %	0,3717	0,1866	0,3998	0,2007

Таблица 2

*Влияние свойств почв и видов обработки на урожайность яровой пшеницы по общей информативности (Т, бит) и эффективности канала связи (К)*

Свойства почвы и виды обработок	Урожайность, т/га	
	Т, бит	К
Обработка почв	1,5480	0,7744
Наименьшая влагоемкость, %	0,9335	0,4219
Полевая влажность, %	0,7807	0,4633
Плотность почвы	0,6497	0,3323
N-NH <sub>4</sub>	0,5724	0,3049
N-NO <sub>3</sub>	0,5366	0,2549
Структура, %	0,4685	0,2682
Водопрочные агрегаты	0,4230	0,2125

По величине коэффициента канала связи рассматриваемые параметры, определяющие эффективное плодородие, можно расположить в следующий ряд: ОП > ПВ > НВ > d<sub>1</sub> > NH<sub>4</sub> > С > NO<sub>3</sub> > ВА.

Наиболее значимым фактором в формировании урожайности в исследуемых природных условиях является обработка почвы. По своему назначению агротехнические приемы направлены на регулирование водного, воздушного и питательного режимов почвы. В свою очередь перечисленные режимы обуславливают продуктивность возделываемых культур. В наших исследованиях максимальная урожайность яровой пшеницы от 1,2 до 1,6 т/га и более формируется по отвальной обработке. Плоскорезная обработка способствует формированию урожайности в 0,8-1,0 т/га. Наименьшая урожайность формируется при нулевой обработке – до 0,8 т/га.

Рассматривая зависимость урожайности яровой пшеницы от содержания азота нит-

ратов, следует отметить, что с увеличением содержания азота нитратов в почве от 15 до 20 мг/кг и более и обменного аммония от 30 до 35 мг/кг формируется максимальная урожайность 1,4-1,6 т/га.

### Заключение

Проведенные исследования позволили определить, что пахотные почвы исследуемой территории обеспечены нитратной формой азота на среднем уровне, а аммонийной формой азота – на высоком.

Наибольшее влияние на мобилизацию процессов нитрификации оказали: обработки почв, менее значимы – плотность почв, полевая влажность, структурно-агрегатный состав и наименьшая влагоёмкость. Мобилизацию аммонийного азота в большей степени обуславливает структурно-агрегатный состав, затем обработки, плотность почв, наименьшая влагоёмкость и полевая влажность.

Изученное влияние рассматриваемых условий на мобилизацию процессов нит-

рификации и аммонификации позволило установить их оптимальные интервалы, характерные для исследуемой территории. Оптимальной обработкой, обеспечивающей максимально возможный уровень процессов нитрификации, является плоскорезная обработка, в отличие от отвальной вспашки и нулевой обработки. Другие изученные факторы обеспечивают средний уровень нитрификации 25 мг/кг и более (максимально возможный): плотность почвы – 1,03-1,05 г/см<sup>3</sup>; полевая влажность – 20-24%; количество агрономически ценных агрегатов – 40-50%; содержание водопрочных агрегатов – 25-30%; наименьшая влагоёмкость – 37-39%. Для процессов аммонификации, обеспечивающих высокий уровень, характерны несколько иные оптимальные значения рассматриваемых условий: количество агрономически ценных агрегатов 50% и более; количество водопрочных агрегатов 30% и более; плотность почвы – от 1,01 до 1,03 г/см<sup>3</sup>; наименьшая влагоёмкость – 37-39%; полевая влажность – 24-26%.

Проведенные исследования позволили определить влияние азотного питания, свойств почв и видов обработок на урожайность яровой пшеницы. Было выявлено, что обработки являются основополагающим фактором в формировании эффективного плодородия, однако их влияние неодинаково. Максимальная урожайность от 1,2 до 1,6 т/га и более формируется по отвальной обработке. Плоскорезная обработка способствует формированию урожайности в 0,8-1,0 т/га. Наименьшая урожайность формируется при нулевой обработке – менее 0,8 т/га. Влияние подвижных форм азота на продуктивность яровой пшеницы менее значимо. Оптимальным содержанием в почве аммонийного и нитратного азота в формировании эффективного плодородия для исследуемой территории следует считать, соответственно, высокий и средний уровень обеспеченности, поскольку такой уровень формирует максимальную урожайность яровой пшеницы.

#### Библиографический список

1. Бугаков П.С. Нитрификационная способность почв земледельческой части Красноярского края и влияние на нее различных факторов / П.С. Бугаков,

Я.И. Лубите // *Агрохимия*. – 1969. – № 1. – С. 52-60.

2. Бугаков П.С. Влияние остатков культурных растений на азотный режим почвы / П.С. Бугаков, Я.И. Лубите // *Почвоведение*. – 1976. – № 1. – 106 с.

3. Славнина Т.П. Азот в почвах элювиального ряда / Т.П. Славнина. – Томск: Изд-во ТГУ, 1978. – 391 с.

4. Гамзиков Г.П. Плодородие сибирских черноземов и приемы его регулирования в агроландшафтах / Г.П. Гамзиков // *Плодородие черноземов России*. – М., 1998. – С. 596-603.

5. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири / Г.П. Гамзиков. – М.: Наука, 1981. – 267 с.

6. Агроклиматические ресурсы Алтайского края (без Горно-Алтайской автономной области). – Л.: Гидрометиздат, 1971. – 155 с.

7. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза / Л.М. Бурлакова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 198 с.

8. Аринушкина Е.А. Руководство по химическому анализу почв / Е.А. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – 487 с.

9. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

10. Доспехов Б.А. Методы полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1979. – 352 с.

11. Пузаченко Ю.Т. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях / Ю.Т. Пузаченко, А.В. Мошкин // *Итоги науки*. – М.: ВИНТИ, 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.

12. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге / А.А. Роде. – Л.: Гидрометиздат, 1965. – Т. I, II. – 664 с.

13. Рассыпнов А.В. Почвенно-климатические факторы урожайности и качества зерна яровой пшеницы сортов алтайской селекции: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А.В. Рассыпнов. – Барнаул, 2004. – 16 с.

14. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.

