

Рис. 3. Сумма суточных температур в почвенном слое 0-20 см при разных обработках: I - поверхностная; II- глубокая



УДК 631.4:631.8:572.1/.4

Е.Г. Пивоварова

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

В настоящее время в науке и практике сформировались две противоположные концепции использования агросистем и управления ими, базирующиеся на традиционной и биологической системах земледелия. Каждая из них имеет свои достоинства и недостатки. Новый тип современного земледелия (адаптивный) предусматривает разумный компромисс между биологическим и традиционным типами земледелия. Для адаптивно-компромиссного земледелия характерно смещение акцентов в сторону оптимизации минерального питания растений. При этом предусматривается создание условий, обеспечивающих максимальное включение питательных элементов в продукционный процесс и адаптацию динамики их поступления к динамике реальных потребностей в них растений. Реализация этой стратегической задачи обеспечивает повышение урожая и его качества, сокращение удельных затрат питательных веществ из удобрений и из почвы и минимальную нагрузку на окружающую среду. Рычагами воздействия на уровень содержа-

ния питательных веществ в почве являются различные агротехнические приемы: внесение удобрений, различные способы обработки почвы, химические мелиорации и т.п. Количественная оценка влияния различных антропогенных воздействий на уровень содержания подвижных питательных веществ позволяет строго нормировать интенсивность этих воздействий, оптимизируя питательный режим сельскохозяйственных растений и сохраняя при этом устойчивость агроэкосистем.

Объекты и методы

Для изучения зависимостей содержания подвижных питательных веществ в черноземных почвах от агротехнических параметров мы использовали данные многолетних исследований на стационарных полях совхоза «Барнаульский» и производственных полях хозяйственных севооборотов различных почвенных районов Предалтайской почвенной провинции, объем выборки $n = 60-280$.

Анализы почвенных проб проводили в свежих образцах: нитратный азот ($N-NO_3$) с дисульфохеноловой кислотой, аммонийный азот ($N-NH_4$) с реактивом Несслера, легкодоступный фосфор ($P_2O_5^*$) по Францесону, подвижный фосфор ($P_2O_5^*$) и обменный калий (K_2O) по Чирикову.

Для количественной оценки зависимости содержания подвижных питательных веществ в почве от антропогенных факторов использовался информационно-логический анализ [8]. Основными параметрами информационного метода являются общая информативность (T , бит) и коэффициент эффективности передачи информации ($K_{эф}$), оценивающие тесноту взаимосвязи между фактором и явлением. Информационный анализ позволяет также вскрыть специфичность содержания подвижных питательных веществ в зависимости от изучаемых антропогенных воздействий. Специфичные уровни (т.е. наиболее вероятные состояния функции для определенного значения фактора) отражают зависимость при условии влияния отдельно взятого фактора.

Экспериментальная часть

Влияние удобрений и орошения изучалось в течение ротации шестипольного кормового севооборота в 1984-1989 гг. Севооборот представлен: люцерной первого года, второго и третьего лет использования, овсом в смеси с горохом, кукурузой, просом с подсевом люцерны. Нормы органических и минеральных удобрений рассчитаны на расширенное воспроизводство почвенного плодородия и получение при оптимальной влагообеспеченности урожайности зеленой массы кукурузы 60 т/га, проса 13, сена люцерны 8-9, овса с горохом 25 т/га (т.е. около 50 т/га кормовых единиц). По увлажнению почвы испытывались три варианта: без орошения, с уровнем предполивной влажности почвы 65-70% от наименьшей влагоемкости (НВ) и 75-80% от НВ. Полив осуществлялся дождеванием, машиной ДДА-100МА. Всего в полевой опыт включено 72 варианта, отличающиеся предшественниками, дозами органических и минеральных удобрений и режимами орошения. Повторность опыта четырехкратная. Расположение делянок систематическое. Площадь делянок на орошаемом участке составляла 324 м², на участке без орошения - 108 м².

Влияние способов основной обработки почвы на ее питательный режим изучалось в полевом севообороте (опыт А.П. Дробышева). Основная обработка проводилась после уборки гороха в августе 2001 г. по 4 вариантам: от-

вальная, плоскорезная и безотвальная на глубину 20-22 см и минимальная обработка плоскорезом на глубину 12 см. Влияние основной обработки отслеживалось осенью и весной в течение двух последующих лет под пшеницей.

Результаты и их обсуждение

Наиболее действенным и быстрым способом улучшения питания растений является внесение минеральных удобрений. Однако выявление фактов и тенденций воспроизводства почвенного плодородия (накопления или истощения) в отношении того или иного элемента зачастую затруднено. Причинами отсутствия достоверного изменения содержания питательных веществ в почвах при длительном использовании удобрений в большинстве исследований являются пространственная и временная изменчивость [1].

Анализ специфичных состояний содержания подвижных форм азота (рис. 1), фосфора и калия (рис. 2) в зависимости от системы удобрения позволяет прогнозировать наиболее эффективные способы воспроизводства запасов подвижных питательных веществ в почве. По результатам полученных нами данных максимальное накопление нитратного азота наблюдается при совместном внесении полного минерального удобрения на фоне торфа и гипса, а аммонийной формы азота - на фоне навоза. На фоне гипсования отмечается снижение содержания аммонийного азота. По-видимому, это связано с избирательной способностью растений к поглощению азота из почвы. Очень важным фактором поглощения $N-NO_3$ является рН среды, при увеличении с 6 до 7,5 поглощение нитратов снижается на 50% [7]. Повышение содержания кальция, магния и калия в почвенном растворе, напротив, создает более благоприятные условия для усвоения аммонийного азота.

Внесение полного минерального удобрения способствует также повышению содержания подвижных форм фосфора и калия (рис. 2). Внесение торфа не оказывает существенного влияния на содержание подвижного фосфора по Чирикову, а содержание легкодоступного фосфора по Францесону и обменного калия даже уменьшается по сравнению с контролем. Это объясняется преобладанием ассимиляционной иммобилизацией питательных веществ микробной биомассой. Поглощенные микроорганизмами питательные вещества непрерывно реминерализуются. Однако если состав органического вещества имеет широкое отношение $C : N = 34-55$, то наблюдается долговременное преобладание иммобилизации над процессами минерализации [10].

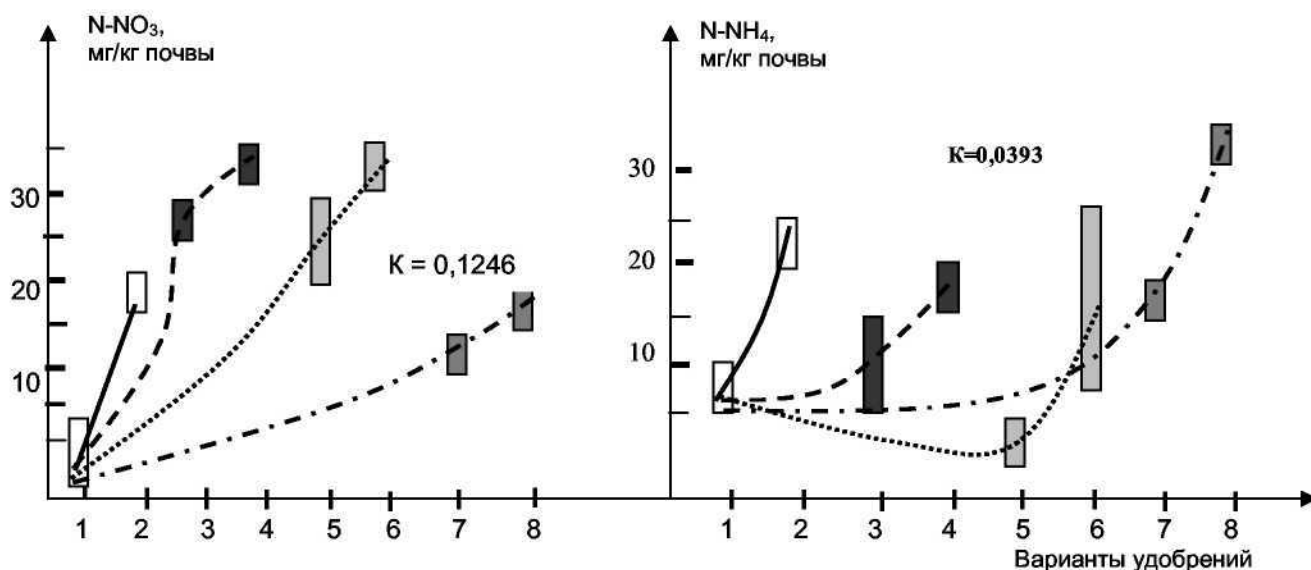


Рис. 1. Влияние удобрений на накопление минеральных форм азота в черноземе выщелоченном: 1 – контроль; 2 – $N_{90-180} P_{90-120} K_{90-120}$; 3 – торф 200 т/га; 4 – торф + NPK; 5 – гипс 5 т/га; 6 – гипс + NPK; 7 – навоз 20 т/га; 8 – навоз + NPK

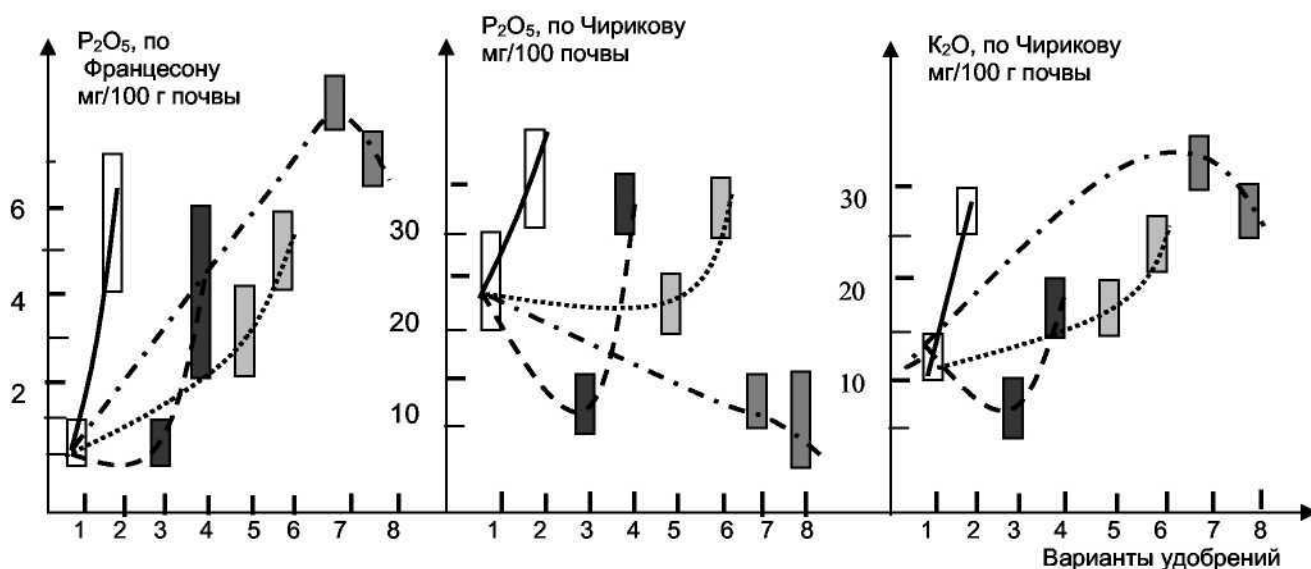


Рис. 2. Влияние удобрений на накопление подвижных форм фосфора и калия в черноземе выщелоченном: 1 - контроль; 2 - $N_{90-180} P_{90-120} K_{90-120}$; 3 - торф 200 т/га; 4 - торф + NPK; 5 - гипс 5 т/га; 6 - гипс + NPK; 7 - навоз 20 т/га; 8 - навоз + NPK

Таблица 1

Влияние орошения на содержание подвижных питательных веществ в почве в слое 0-20 см

Варианты орошения	N-NO ₃ , мг/кг почвы	N-NH ₄ , мг/кг почвы	P ₂ O ₅ , мг/100 г	P ₂ ОГ, мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г
75-80% от НВ	5-15 (3-4)	10-20(3-4)	1-2 (2)	15-20 (1)	20-25 (3)
65-70% от НВ	10-20 (4-5)	25-30(6)	<1(1)	10-15 (1)	<10(1)
контроль (без орошения)	>30(7)	10-15 (3)	6-8;>(5-6)	>25(3)	20-25 (3)
$K_{эф}$	0,0151	0,0151	0,0122	0,00	0,0067

Внесение гипса способствует накоплению подвижных фосфатов, особенно при совместном внесении с минеральными удобрениями. По-видимому, это объясняется формированием благоприятной почвенной кислотности и сохранением фосфатов кальция в доступной форме.

Внесение навоза сопровождается повышением содержания подвижных фосфатов, но снижением уровня легкодоступного фосфора по Францесону, что связано с повышением микробиологической активности и конкурентным биологическим поглощением. Навоз не является существенным источником калия, однако оказывает косвенное влияние на повышение содержания обменного калия в почве.

Предшествующий вариант орошения наиболее сильное влияние оказывает на накопление подвижных форм азота ($K_{\text{ф}} = 0,0151$). Этот факт согласуется с существующими представлениями об оптимальных условиях аммонификации и нитрификации. Для активизации этих процессов в летний период необходимо достаточное количество влаги. Однако специфические состояния указывают на то, что максимально высокое содержание нитратного азота наблюдается на варианте без орошения. По-видимому, снижение содержания нитратного азота на орошаемых вариантах связано с его миграцией за пределы пахотного слоя. Максимальное содержание аммонийного азота отмечается на варианте орошения с предполивной влажностью 65-70% от НВ (6-й ранг).

Усиление мобилизации подвижных форм фосфора и калия под влиянием орошения отмечают многие авторы [4, 5]. Однако некоторые исследователи придерживаются мнения, что орошение либо не влияет на содержание подвижного фосфора и калия, либо снижает их содержание в почве [3, 6, 9]. Результаты информационного анализа свидетельствуют, что содержание подвижного фосфора на орошаемых вариантах снижается. Это обусловлено более высокой продуктивностью орошаемых агроценозов и высоким выносом питательных веществ кормовыми культурами.

Среди агротехнических факторов существенное влияние на содержание подвижных питательных веществ в почве оказывает предшествующая культура севооборота (табл. 2). Максимальное количество нитратного азота накапливается после пара (7-й ранг содержания) и пропашных культур (5-й ранг). Этот факт объясняется активной минерализацией и нитрификацией почвенного органического вещества в результате соответствующей обработки почв. По мнению Г.П. Гамзикова [2], накопление азота аммония, в отличие от нитратов, практи-

чески не зависит от парования и возделываемой культуры, однако полученные нами данные свидетельствуют об обратном. Значительное количество аммонийного азота отмечается в почве после яровых зерновых предшественников (6-й ранг). После озимых культур и многолетних трав содержание минеральных форм азота в почве незначительно и в сумме составляет не более 4 рангов. Максимальное содержание подвижных фосфатов отмечается в почве после яровых и зернобобовых культур. Данные предшественники способствуют также накоплению обменного калия в почве. Пропашные культуры, как известно, выносят значительное количество питательных элементов в период вегетации. Это отражается на калийном и фосфатном режимах почв: уровень содержания подвижного калия и фосфора снижается до 1-2-го ранга.

Существенное влияние на накопление подвижных питательных веществ в почве оказывает способ основной обработки почвы. Наиболее тесная взаимосвязь отмечается для нитратной формы азота ($K_{\text{ф}} = 0,4301$), что вполне объяснимо, поскольку интенсивность нитрификационных процессов в основном определяется гидротермическими условиями почвы (влажность и аэрация). Глубина и способ обработки почвы существенно влияют на водный, температурный режимы и микробиологическую активность почвы. Максимальное содержание нитратного и аммонийного азота отмечается по варианту с безотвальной обработкой (4-5-й ранг). Более низкий уровень минеральных форм азота (3-4-й ранг) при отвальной обработке обусловлен, по-видимому, миграцией нитратов за пределы пахотного слоя. Плоскорезная обработка способствует максимальной мобилизации подвижных форм фосфора и калия (6-й и 4-й ранги соответственно). При отвальной обработке, равно как и при безотвальной, содержание подвижных фосфатов и обменного калия снижается. Запахивание стерни ранней осенью при отвальной и безотвальной (до 50%) обработках способствует активизации микробиологических процессов и иммобилизации (биологической фиксации) подвижных питательных веществ почвы. В дальнейшем данный резерв питательных элементов становится доступным для растений, но в осенний период и ранней весной уровень подвижных фосфатов и калия может существенно снижаться. При плоскорезной обработке микробиологическая активность ниже, в почву запахивается не более 20% стерни, а водно-воздушные условия менее благоприятны для развития микробной биомассы, поэтому содержание подвижных форм фосфора и калия сохраняется на высоком уровне.

Содержание подвижных питательных веществ весной перед посевом в зависимости от предшественника и способа основной обработки почвы (по специфическим состояниям)

Фактор	Состояние фактора	N-NO ₃ , мг/кг (ранг)	N-NH ₄ , мг/кг, (ранг)	P ₂ O ₅ , мг/100 г, (ранг)	K ₂ O, мг/100г, (ранг)
Предшест- венник	Яровые	3-5(2)	25-30 (6)	35-40 (5)	25-30 (4)
	Пропашные	15-20(5)	5-10 (2)	<20(1)	15-20(2)
	Зернобобовые	10-15(4)	10-15 (3)	30-35 (4)	25-30 (4)
	Многолетние травы	<3(1)	10-15 (3)	<20(1)	20-25 (3)
	Пар	25-30 (7)	15-20 (4)	25-30 (3)	>30(5)
	Озимые	3-5(2)	5-10 (2)	25-30 (3)	<15(1)
	Кэф	0,1842	0,244	0,2447	0,1649
Способы основной обработки почв	Отвальная (20-22 см)	5-10 (3)	15-20 (4)	30-35 (4)	20-25 (3)
	Плоскорезная (12-14 см)	3-5(2)	25-30(6)	>40 (6)	25-30 (4)
	Плоскорезная (20-22 см)	5-10 (3)	20-25 (5)	>40 (6)	20-30(3-4)
	Безотвальная (20-22 см)	10-15(4)	20-25 (5)	30-40(4-5)	15-25(2-3)
	Кэф	0,4301	0,2614	0,1607	0,1468

Заключение

Полученные результаты позволяют установить факторы, лимитирующие содержание одного или нескольких питательных элементов и скорректировать план агротехнических мероприятий. Так, пропашной предшественник обеспечивает высокий уровень нитратного азота (5-й ранг), но низкий уровень фосфора и калия (1-й и 2-й ранги соответственно), который можно повысить, проведя плоскорезную обработку зяби (6-й ранг по фосфору и 4-й ранг по калию). Внесение органических удобрений и проведение химических мелиораций необходимо осуществлять с учетом всех агротехнических мероприятий. С помощью подбора оптимального способа обработки почвы, варианта орошения и удобрения можно улучшить питательный режим растений, сохранить плодородие и уровень основных агрохимических показателей в почве.

Сумма рангов содержания подвижных питательных веществ в зависимости от антропогенного воздействия позволяет дать комплексную оценку различных агротехнических приемов. В частности, оптимальные условия питательного режима складываются после пара (19 рангов), худшие - после озимых культур и многолетних трав (8 рангов).

Библиографический список

1. Антонова О.И., Бурлакова Л.М., Николаева И.М. Оценка существенности и характера

динамики подвижных питательных веществ в почве с помощью вариационной статистики // Тр. НСХИ. 1975. Т. 85. С. 39-45.

2. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. М.: Наука, 1981. 226 с.

3. Данилов Г.Г., Агеев В.В., Воронин В.И. Плодородие черноземов Северного Кавказа при их использовании // Почвоведение. 1982. № 12. С. 53-62.

4. Карасенко Л.М. Влияние орошения и минеральных удобрений на подвижность почвенных фосфатов // Вопросы повышения продуктивности орошаемых земель на Бабаевско-Садновской оросительной системе. Новочеркасск, 1980. С. 73-75.

5. Крупкина Э.И. Влияние некоторых факторов на содержание в почвах P₂O₅, K₂O // Почвы, удобрения, урожай. Красноярск, 1976. С. 83-94.

6. Лукин С.М., Шилова Н.А., Ермакова Л.И. Калийные удобрения на дерново-подзолистых и супесчаных почвах // Агрохимия. 1997. № 4. С. 33-34.

7. Попова Е.Н. Отклик растительных агроэкосистем на увеличение потока различных азотных соединений // Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие: Матер Междунар. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 5-10 сентября, 2005 г.). Пенза, 2005. С. 342-343.

8. Пузаченко Ю.Т., Карпачевский Л.О., Взнуздаев Н.А. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности // Законо-

мерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. С. 103-121.

9. Раенко Е.И., Тимченко Н.С. Влияние орошения на содержание питательных веществ, агрегатный состав и режим почв // Почвоведение. 1978. № 9. С. 87-94.

10. Семенов В.М. Минерализационно-иммобилизационная стехиометрия углерода и азота в почве // Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. (г. Пенза, 5-10 сентября, 2005 г.). Пенза, 2005. С. 344-345.



УДК 631.95 (517.5)

Л.М. Татаринцев

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Одной из задач рациональной организации территории является формирование ландшафта, который отличался бы не только высокой продуктивностью, но и экологическим разнообразием, эстетической привлекательностью, кроме того, удовлетворял бы санитарно-эпидемиологическим требованиям. Такая организация сельскохозяйственной территории может быть достигнута на основе всестороннего изучения, анализа и учёта ландшафтной неоднородности земельного фонда, разработки конкретных землеустроительных, лесовосстановительных и других проектов, которые должны предусматривать оптимальное сочетание параметров хозяйственной нагрузки в агроландшафте.

При экологической оценке агроландшафта важно установить оптимальное соотношение площадей пашни, пастбищ, сенокосов, заповедников, лесонасаждений, населённых пунктов и других антропогенных и естественных составляющих, способствующих повышению устойчивости агроландшафтов [4].

Объекты и методика исследования

Территория Алтайского края, анализируемая в этой статье, располагается в южной части Западной Сибири, в пределах которой геоморфологически достаточно чётко обособляются Кулундинская депрессия (низменность), Приобское, Бие-Чумышское плато (возвышенности), Каменско-Чумышское Присалаирье (расчленённая равнина), а также Предальтайская наклонно-возвышенная (предгорная) равнина. Самая молодая морфоструктура - Кулундин-

ская депрессия, наиболее древняя - Предальтайская равнина [2].

Кулундинская низменность, имеющая высоту 120-140 м, представляет собой слабовогнутую чашу с системой бессточных озёр, абсолютные отметки которых колеблются в пределах 79-98 м над уровнем моря. Приобское плато - это система увалистых возвышенностей, расчленённых ложбинами древнего стока шириной 10-14 км и глубиной 50-100 м. Абсолютные отметки плато изменяются от 180 до 250 м над уровнем моря. Бийско-Чумышская возвышенность - это обширная террасированная равнина, занимающая всё правобережье Оби от Бийска до Камня-на-Оби. Современная высота на этой территории колеблется от 175 до 200 м над уровнем моря. Присалаирская сильно расчленённая равнина в геоструктурном отношении представляет собой дисплен, погребённый мощной толщей рыхлых мезозойско-кайнозойских отложений, позднее превратившийся в субаэрально-аккумулятивную равнину с отметками 300-350 м. Современная Предальтайская равнина состоит из ряда высотных уровней: подгорные и предгорные равнины, собственно предгорья, низкогорья и даже часть среднегогорий с отметками над уровнем моря 250-800 м и более.

На исследуемой территории почвообразование протекает на субаэральных или делювиальных лёссовидных суглинках, мощность которых в Кулундинской депрессии составляет 0,5-6 м, на водораздельных пространствах Приобского и Бие-Чумышского плато достигает 15-25 м, в Присалаирье - 5-8 м, и на Предальтайской