

АГРОНОМИЯ

УДК 631.4: 577.:631.174

Е.Г. Пивоварова,
Е.М. Соврикова

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СРОКОВ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ

Необходимость детального учета пространственно-функциональных различий почвенного покрова при агроэкологической типизации, агрохимической оценке, территориальной организации и использовании земель признается сегодня многими авторами [7]. С появлением концепции точного земледелия проблема изучения пространственной вариативности почвенных свойств становится востребованной для сельскохозяйственной практики. Пространственная вариация агрохимических свойств почв обусловлена как природными факторами, так и характером антропогенного воздействия. Неоднородность свойств почв в пространстве осложняется наложением временной динамики. Агрохимические свойства почв тесно связаны с динамикой элементарных почвенных процессов, интенсивность, цикличность и направление которых регулируются жизнедеятельностью микроорганизмов,

физико-химическими взаимодействиями, развитием растений. Факт сезонной динамики содержания подвижных питательных веществ в почве хорошо известен [4, 5]. Этот вопрос имеет принципиальное значение при агрохимическом мониторинге. Сезонные изменения содержания подвижных питательных веществ не только сопоставимы, но даже могут превышать их пространственную вариацию [5, 8], что искажает агрохимическую оценку почв и затрудняет решение вопроса о необходимости внесения удобрений. Оптимизация минерального питания растений также базируется на правильной оценке запасов питательных веществ в почве. Руководствуясь региональными почвенно-климатическими особенностями и потребностью конкретных культур [3], различные авторы предлагают учитывать сезонную динамику путем введения фиксированных сроков отбора образ-

цов. Сезонная динамика содержания подвижных питательных веществ частично учитывается государственным центром агрохимслужбы «Алтайский» при отборе почвенных проб (содержание подвижных форм фосфора и калия осуществляется в образцах, отобранных в мае-июне, а содержание нитратного азота - поздней осенью). Однако выбор стандартных сроков обследования территорий требует не только логического, но и математического обоснования.

Целью нашей работы явилось изучение закономерностей сезонной динамики содержания подвижных питательных веществ для обоснования адекватной агрохимической оценки почв. Характер сезонной динамики содержания подвижных питательных веществ изучали в черноземах обыкновенных и выщелоченных учхоза «Пригородное» на 8 полях хозяйственных севооборотов ($n = 21$). С периодичностью в 30 дней проводились наблюдения за изменением содержания подвижных питательных веществ в течение вегетации. Культурой севооборота на 3, 4, 5, 6, 7, 8 полях была пшеница, на 1, 2 полях - однолетние травы.

Анализ почвенных проб проводили в свежих образцах: нитратный азот ($N-NO_3$) по Грандваль-Ляжу, подвижный фосфор (P_2O_5) и обменный калий (K_2O) по Чирикову [1]. Использование свежих образцов при агрохимической характеристике почв рекомендуется [9] для изучения динамики содержания подвижных питательных веществ. Разница в запасах доступных питательных веществ, установленная в свежих образцах и после их высушивания, может быть очень значительной [6, 12], что искажает характер сезонной динамики агрохимических свойств почвы.

Возможности информационного анализа [10] позволяют разделить пространственную и временную составляющие вариации агрохимических свойств почв в течение вегетации. Как показали наши исследования, сезонная динамика содержания подвижных питательных веществ на разных полях в пределах одного хозяйства однотипна (рис. 1-3 б). Фактор сезонной динамики нитратного азота ($K_{сф\phi} = 0,168$) более чем в 4 раза превышает влияние фактора пространственной вариации

($K_{сф\phi} = 0,038$). Это свидетельствует о том, что вегетационная динамика содержания нитратного азота значительно превышает его пространственное варьирование. Аналогичный подход для определения достоверности вегетационной динамики на основе статистических параметров рекомендован А.А. Роде [11] и был использован для доказательства сезонной динамики содержания подвижных питательных веществ на основе сравнения коэффициентов вариации [2, 3].

Специфические состояния содержания нитратного азота (рис. 1 б) в различные календарные даты позволяют установить характер вегетационной динамики. В начале вегетационного периода отмечается рост содержания нитратов в почве. Это связано с увеличением микробиологической активности: достаточный запас влаги, накопленной за осенне-весенний период, и постепенное повышение температуры с мая по июнь способствуют активной минерализации органического вещества почвы. В различных почвенных условиях этот процесс может лимитироваться либо ограниченностью запасов органического материала, либо изменением гидротермических условий. На некоторых полях (3, 5, 6) процесс нитрификации в той или иной степени продолжается до июля, на других уже в начале июня уровень нитратов снижается практически до нуля. Повторный пик нитрификационной активности начинается в конце вегетации, на некоторых полях отмечается накопление нитратов в сентябре (поля 2, 3, 6, 7). Анализ специфических состояний содержания нитратов в пространстве (в пределах поля) с учетом вегетационной динамики позволяет более адекватно оценить уровень доступного для растений азота в почве (рис. 1 а). Результаты свидетельствуют о различном уровне обеспеченности азотом различных полей и севооборотов. Наибольший дефицит (менее 1 мг/кг почвы) нитратного азота отмечается на полях 1, 3, 6, что свидетельствует об очень низкой обеспеченности растений азотом. На остальных полях содержание нитратов в течение вегетации варьировало в пределах 2-4 мг/кг почвы.

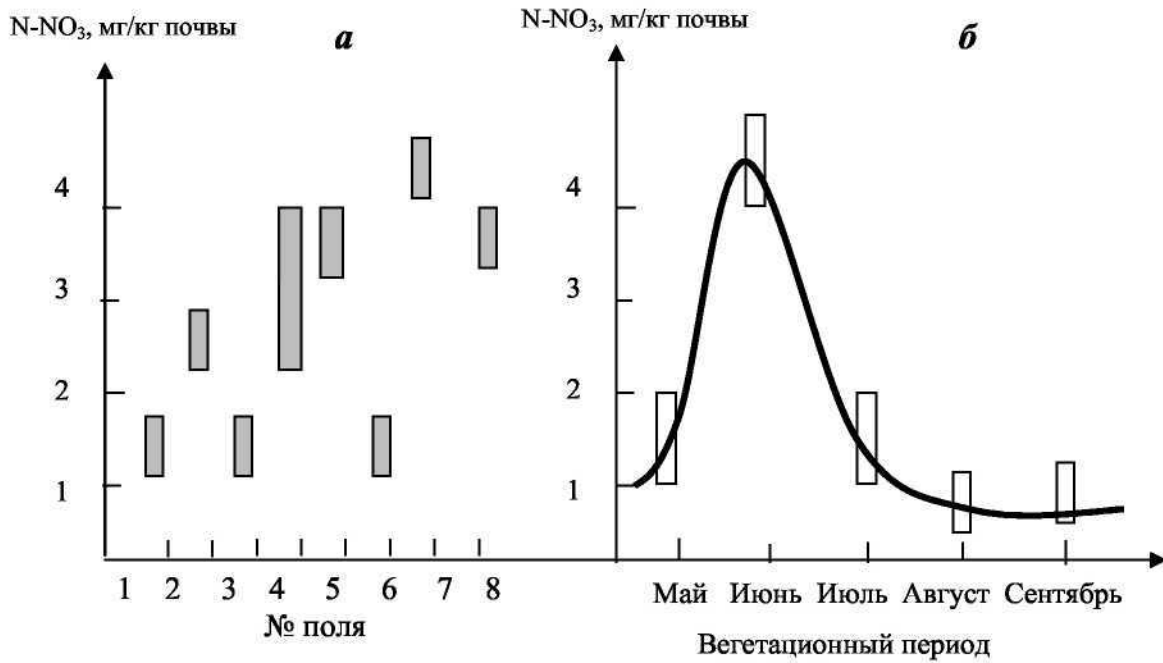


Рис. 1. Пространственная (а) и вегетационная (б) динамика нитратного азота в черноземе выщелоченном

Величина неопределенности (a/b) позволяет оценить пространственную вариабельность содержания нитратного азота внутри полей: низкая вариация ($H_{ai}/b_j = 0,7877-0,8990$) характерна для полей 1, 2. Это поля с положительным балансом органического вещества в севообороте. Выращивание многолетних трав, по-видимому, способствует не только обогащению почвы органическим материалом и питательными веществами, но и выравниванию пространственной неоднородности. На остальных полях пространственная вариация содержания нитратного азота вдвое выше ($H_{ai}/b_j = 1,2392-1,4932$). Степень пространственной вариации изменяется в течение вегетации растений: наибольшая дифференциация по содержанию нитратов в пространстве наблюдается в период нитрификационной активности ($H_{ai}/b_j = 1,7467-1,6941$). Именно в этот период следует проводить оценку обеспеченности почв и растений азотом. Как показал анализ таблицы 1, обобщенная оценка обеспеченности почв азотом в наибольшей степени соответствует обследованию, проведенному в июне месяце (75% безошибочных совпадений). В середине вегетации отмечается не только снижение содержания нитратов, но и

выравнивание полей по данному показателю.

Характер сезонной динамики содержания подвижных фосфатов имеет иной характер: максимальный уровень отмечается в мае, в течение вегетационного периода содержание фосфатов постепенно снижается и достигает минимума в августе. Снижение содержания подвижного фосфора в течение вегетации объясняется биологическим и физико-химическим поглощением. Однако, несмотря на снижение содержания, уровень фосфатов в течение всего вегетационного периода не выходит за пределы очень высокой обеспеченности (более 20 мг/100 г почвы). В конце вегетации на всех полях отмечается тенденция роста содержания подвижного фосфора в почве. Судя по коэффициенту эффективности передачи информации, дифференциация обследованных полей по содержанию подвижных фосфатов ($K_{эфф} = 0,1132$) выше, чем различия, обусловленные вегетационной динамикой фосфатов ($K_{эфф} = 0,0993$). В августе пространственная вариация существенно снижается ($H_{ai}/b_j = 1,45$), а содержание подвижного фосфора стабилизируется на относительно низком уровне.

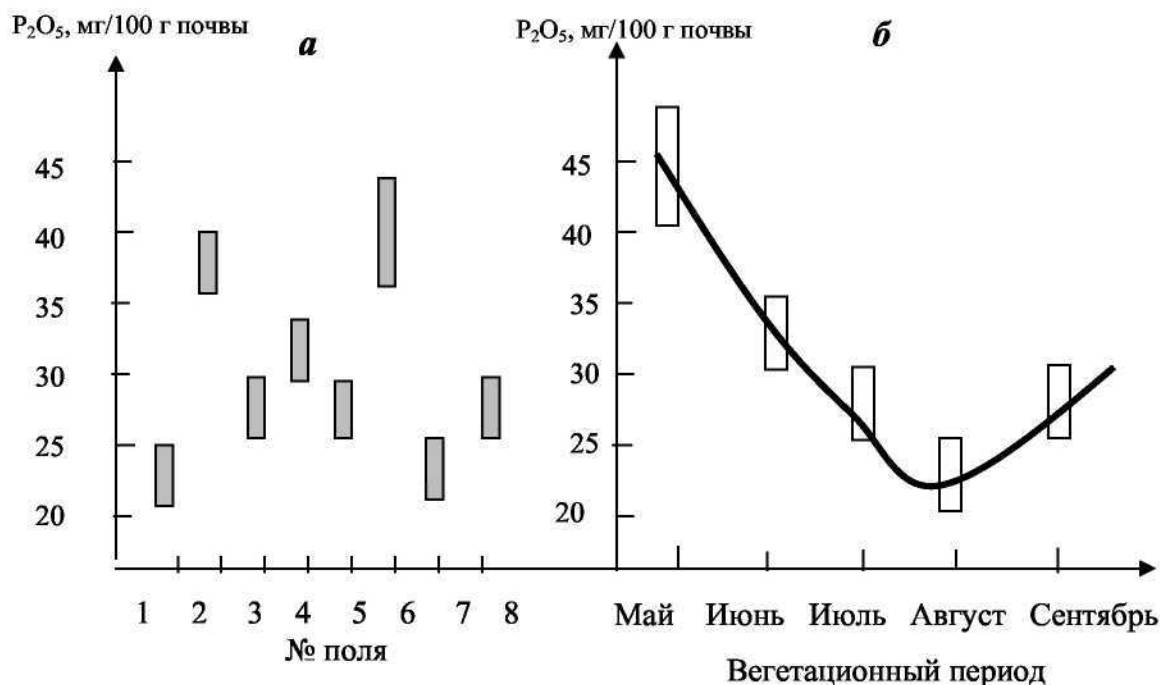


Рис. 2 . Пространственная (а) и вегетационная (б) динамика содержания подвижных фосфатов в черноземе выщелоченном

Сопоставление результатов пространственной дифференциации полей (табл. 2) по содержанию подвижного фосфора в различные периоды вегетации позволяет сделать заключение о том, что наиболее объективную оценку (87% безошибочного прогноза и 100%-ный прогноз с ошибкой в 1 ранг) дает агрохимическое обследование, проведенное в июле.

Характер вегетационной динамики обменного калия (рис. 3 б) имеет схожие черты с сезонной динамикой фосфатов. Это обусловлено сходством физико-химической природы этих элементов. Изменения гидротермических условий (чередование периодов иссушения и увлажнения) способствуют фиксации калия в необменной форме, а интенсивное поглощение растениями в период интенсивного роста усиливает дефицит обменного калия в почве к концу вегетации. Так, в начале сезона содержание обменного калия максимально и составляет 35-40 мг/100 г почвы, что соответствует 5-6-му рангу. В течение вегетации наблюдается резкое снижение уровня содержания обменного калия до 15 мг/100 г почвы и менее, а после

уборки урожая вновь возрастает до 4-5-го ранга.

Фактор сезонной динамики ($K_{\text{сф}} = 0,182$) более чем в 3 раза превышает влияние фактора пространственной вариации ($K_{\text{эф}} = 0,051$). В пределах одного срока определения различия по содержанию обменного калия на 8 изучаемых полях составляли не более 1-2 рангов. В то же время в пределах одного поля по различным срокам определения разница в содержании данного показателя достигала 4-5 рангов.

Специфические состояния содержания обменного калия в целом за вегетацию по каждому полю включают информацию о пространственном варьировании на различных этапах вегетации растений и более объективно отражают обеспеченность почв калием. Как показал анализ таблицы 3, обобщенная оценка обеспеченности почв калием в наибольшей степени соответствует обследованию, проведенному в июне месяце (75% безошибочных совпадений), поэтому отбор образцов для оценки обеспеченности почв калием необходимо проводить в этот период.

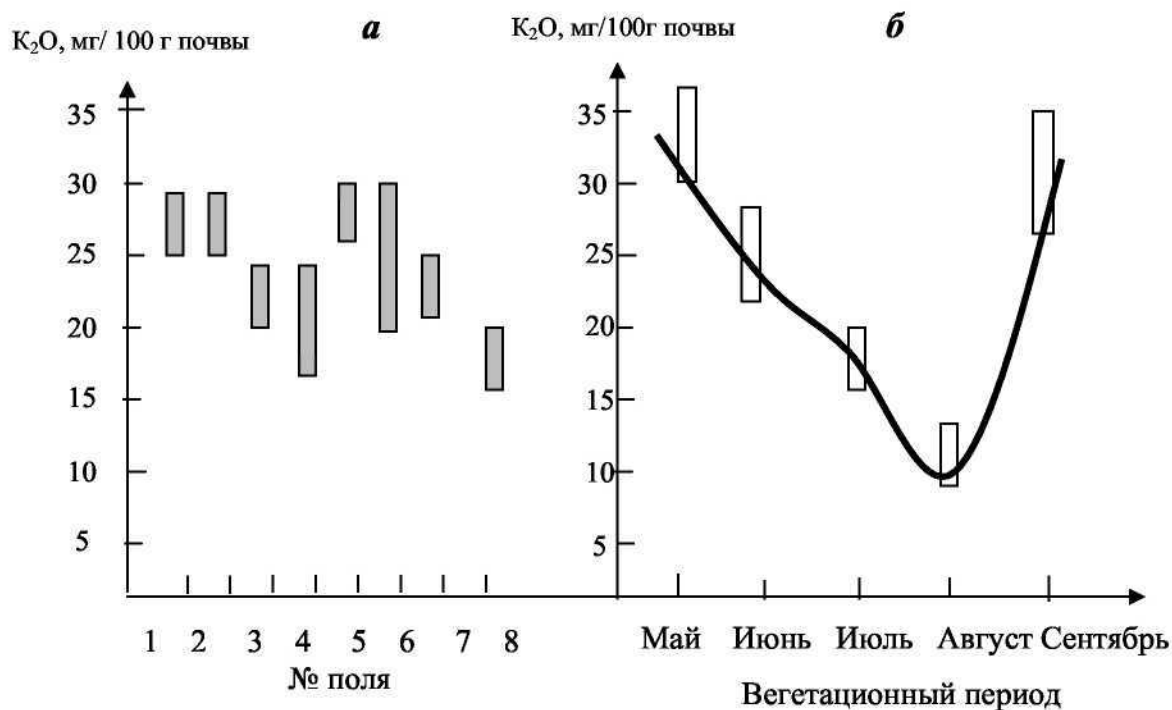


Рис. 3. Пространственная (а) и вегетационная (б) динамика обменного калия в черноземе выщелоченном

Полученные результаты позволяют предположить, что основным фактором, определяющим характер сезонной динамики, являются гидротермические условия вегетационного периода. В этом случае зональные гидротермические условия будут обеспечивать некий закономерный характер сезонной динамики агрохимических свойств почв. Гидротермические условия текущего вегетационного периода в той или иной степени отличаются от среднемноголетних, что будет накладывать отпечаток на их динамику и отражается на специфичных состояниях изучаемого параметра.

Возможности информационного анализа позволяют разделить пространственную и временную составляющие вариации агрохимических свойств почв в течение вегетации. Это позволяет выявить характер сезонной динамики и пространственную дифференциацию по агрохимическим показателям.

Сезонная динамика содержания подвижных питательных веществ на разных полях в пределах одного хозяйства имеет общие черты, которые определяются зональными гидротермическими условиями.

При оценке уровня содержания подвижных питательных веществ в почвах

агрохимическое обследование необходимо проводить в строго определенные, математически обоснованные стандартные сроки: нитратного азота и обменного калия — в июне, подвижного фосфора - в июле.

Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С. 63-219.
2. Антонова О.И. К вопросу о фосфатном режиме выщелоченных черноземов в условиях колочной степи и типичной лесостепи Алтайского края в связи с применением удобрений: автореф. дис. канд. с.-х. наук / О.И. Антонова. Барнаул, 1969. 21 с.
3. Басевич В.Ф. Микрорельеф как фактор неоднородности подзолистых почв в агроценозе / В.Ф. Басевич // Тезисы докладов 2-го съезда о-ва почвоведов, г. Санкт-Петербург, 27-30 июня 1996 г. М., 1996. Кн. 1. С. 321.
4. Бурлакова Л.М. Оценка существенности и характера динамики подвижных питательных веществ в почве с помощью вариационной статистики / Л.М. Бурлакова, О.И. Антонова, И.М. Николаева // Труды Новосиб.

с.-х. ин-та. Новосибирск, 1975. Т. 85. С. 39-45.

5. Гамзиков Г.П. К вопросу о подвижных формах азота в черноземных почвах / Г.П. Гамзиков, Н.Ф. Кочегарова // Научные труды СибНИИСХ. 1973. № 5. С. 38-42.

6. Горбачева С.М. Формы калия в почвах Красноярской лесостепи: автореф. дис. канд. биол. наук / С.М. Горбачева. Новосибирск, 1977.

7. Качков Ю.П. Неоднородность почвенного покрова и дифференцированное использование земель в агроландшафтах Белоруссии / Ю.П. Качков, А.Ф. Черныш, В.М. Яцухно, О.Ф. Башкинцева // Почвоведение. 1998. № 11. С. 1390-1397.

8. Пивоварова Е.Г. Формы калия в почвах умерено-засушливой колочной

степи Алтайского края: автореф. канд. дис. / Е.Г. Пивоварова. Новосибирск, 1990.

9. Практикум по почвоведению / Под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 4.

10. Пузаченко Ю.Т. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности / Ю.Т. Пузаченко, Л.О. Карпачевский, Н.А. Взнуздаев // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. С. 103-121.

11. Hylander Lars D., Svensson Yanslvar, Siman Gyula. Different methods for determination of plant available soil phosphorus // Commun. Soil Sci. and Plant Anal. 1996. № 3-4. Pt. 2. P. 235.



УДК633.11<321>631.543

**Ф.М. Стрижова,
Л.В. Ожогина**

ФОРМИРОВАНИЕ ПЛОЩАДИ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ СОРТАМИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Основной показатель, характеризующий состояние посевов с точки зрения их фотосинтетической деятельности, — развитие поверхности листьев. По мнению А.А. Ничипоровича (1970), посевами, обладающими оптимальной площадью листьев и хорошей динамикой ее развития и формирования, считаются такие, в которых листовая поверхность быстро вырастает до 40-50 тыс. м²/га, затем долго сохраняется в активном состоянии на этом уровне и в конце вегетационного периода значительно уменьшается или полностью отмирает, отдавая ассимилянты на формирование продуктивных органов. От размеров и пространственной структуры листьев зависят количество поглощенной посевом энергии, возможная первичная продукция органических веществ и суммарная

транспирация (Ничипорович А.А. и др., 1961).

Листьям принадлежит основная роль в создании биологического урожая пшеницы (около 80%). Листья верхних ярусов (стеблевые листья), как более крупные и долго живущие, имеют решающее значение в ассимиляционной работе растения, особенно в период налива. Однако нижние листья играют важную роль на первых этапах развития, когда формируются корневая система и зачаточный колос (Кумаков В.А., 1980).

Накопление сухого вещества определяется в основном числом и размерами листьев, продолжительностью их функционирования, величиной чистой продуктивности фотосинтеза. Биологические, природные и агротехнические факторы изменяют продуктивность пшеницы,