

Литература

1. Антонова О.И. О прямом действии и последствии допосевного внесения азотосодержащих удобрений под лен масличный в зоне засушливой степи на темно-каштановых почвах // Аграрная наука – сельскому хозяйству: мат-лы IV Междунар. науч.-практ. конф. Кн.2. – Барнаул, 2009. – С. 341–349.
2. Сорокина О.А. Особенности применения удобрений в технологиях ресурсосбережения. Инновационные технологии производства продуктов растениеводства. – Красноярск, 2011. – С. 50–59.
3. Танделов Ю.П., Майборода Н.М. Особенности применения минеральных удобрений в новых экономических условиях: метод. рекомендации. – Красноярск, 2002. – 21с.
4. Штундюк В.В. Эффективность ассортимента минеральных удобрений и способов их внесения на почвах центральной части Средней Сибири // Почвы – национальное достояние России: мат-лы IV съезда ДОП. – Новосибирск, 2004. – С. 214–215.
5. <http://udobrenie.com>.



УДК 631.445.4(571.51)

А.А. Шпедт, В.В. Картавых

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ВЫПАХИВАНИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ ПАРОВЫХ ПОЛЕЙ  
В УСЛОВИЯХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*В статье рассматривается накопление нитратного азота в чистых парах в зависимости от количества и качества органического вещества. По содержанию легкоразлагаемого органического вещества и подвижных гумусовых веществ дана оценка степени выпаживания парующихся почв.*

**Ключевые слова:** почва, чистый пар, гумус, подвижный гумус, легкоразлагаемое органическое вещество, нитратный азот.

A.A. Shpedt, V.V. Kartavykh

THE ASSESSMENT OF HUMUSFALLOW FIELDS PLUCKING DEGREE  
IN THE KRASNOYARSK KRAI CONDITIONS

*The accumulation of nitrate nitrogen in pure fallow depending on the quantity and quality of organic substance is considered in the article. The assessment of fallow soils plucking degree according to the content of the easily decomposed organic substance and mobile humus substances is given.*

**Key words:** soil, pure fallow, humus, mobile humus, easily decomposed organic substance, nitrate nitrogen.

---

**Введение.** Каждой почве присуще свое природное (естественное) плодородие, которое определяется потенциальными запасами элементов питания, содержанием и составом гумуса, водно-физическими свойствами, реакцией почвенной среды, обеспеченностью элементами питания и другими показателями. При использовании почв в сельскохозяйственном производстве естественное плодородие переходит в эффективное, или экономическое, которое во многом зависит от уровня интенсификации земледелия.

**Цель исследования.** Определить потенциальное и эффективное плодородие почв паровых полей в ряде хозяйств Красноярского края и на этой основе оценить их степень выпаживания.

**Объекты и методы исследования.** Объектами изучения стали агрочерноземы глинисто-иллювиальные типичные паровых полей нескольких хозяйств, расположенных в земледельческой части Красноярского края: ОПХ «Минино» Емельяновского района; СХПК «Причулымский» Ачинского района; ЗАО «Провинция+» Боготольского района. Отбор почвенных образцов проводился осенью 2011 года при помощи агрохимического бура на глубину 0–20 см. Каждый участок был представлен 19–20 объединенными образцами, состоящими из 20 единичных проб.

Содержание общего гумуса почвы определяли по методу И.В. Тюрина. Для извлечения подвижной части гумусовых веществ ( $C_{0,1n}$ , NaOH) использовали 0,1н гидрооксид натрия при соотношении почвы и растворителя 1:20, а для легкоразлагаемого органического вещества (Слов) – тяжелую жидкость ( $P=1,9-2,0$  г/см<sup>3</sup>). Содержа-

ние органического вещества (Совп) почвы рассчитывали через содержание общего гумуса и легкоразлагаемого органического вещества. Гуминовые кислоты (гк) в составе подвижных гумусовых веществ осаждали серной кислотой, а содержание фульвокислот (фк) рассчитывали по разности между общим содержанием извлекаемых щелочью гумусовых веществ и содержанием гуминовых кислот. По количеству гумусовых кислот определяли отношение  $S_{гк}:S_{фк}$  подвижных гумусовых веществ. Нитратный азот определяли ионоселективным методом на приборе НМ-002, а подвижный фосфор – по Чирикову. Потенциальное плодородие почв оценивали через общий гумус, а эффективное – посредством подвижных гумусовых веществ, легкоразлагаемого органического вещества и элементов питания растений.

**Результаты исследования.** Гумусовые вещества являются источником элементов питания высших растений, источником  $CO_2$ , необходимого для процесса фотосинтеза. Гумус ускоряет микробиологическую деградацию пестицидов. Содержание общего гумуса варьировало по объектам следующим образом. В почве ОПХ «Минино» оно изменялось от 2,6 до 5,9%, при среднем значении, равном 4,0%, что соответствует, согласно градации, предложенной Л.А.Гришиной и Д.С. Орловым [5], среднему уровню (табл. 1). В почве ЗАО «Провинция +» и СХПК «Причудымский» содержание общего гумуса было гораздо выше (от 5,8 до 10,2%), при среднем значении соответственно 8,3 и 7,7%. Данные значения соответствуют высокому уровню содержания гумуса. Почвы всех паровых полей по содержанию гумуса имеют значительную пестроту. Показатель изменяется в 1,6–2,3 раза. Если оценивать потенциальное плодородие почв паровых полей разных объектов, то можно утверждать, что оно существенно различалось.

Легкоразлагаемое органическое вещество формируется за счет растительного опада, детрита, остатков почвенных животных, органических удобрений. Низкий уровень содержания  $S_{лов}$  может служить критерием выпадения почв. Дефицит  $S_{лов}$  в почвах определяет ухудшение питательного режима и физического состояния почв. По этой причине оптимизация количества легкоминерализуемого органического вещества в почве имеет для земледелия практическое значение.

Содержание  $S_{лов}$  в пахотном слое почв изменялось по объектам в несколько раз. В почве ОПХ «Минино» оно колебалось от 0,10 до 0,40, при среднем значении 0,24%, что соответствует, по нашему мнению, очень низкому уровню. В почве ЗАО «Провинция +» лабильной органики оказалось больше всего. На данном объекте оно варьировало в пределах от 0,45 до 0,90, при среднем значении, равном 0,70%, что соответствует среднему содержанию. В почве СХПК «Причудымский» данное значение изменялось от 0,25 до 0,50, при среднем низком показателе, равном 0,37%. Таким образом, содержание легкоминерализуемого органического вещества подвержено сильным изменениям, что обусловлено, по-видимому, как условиями почвообразования, так и различным хозяйственным использованием почв.

Содержание нитратного азота в почве чистого пара достаточно сильно изменяется по объектам. В почве ОПХ «Минино» содержание  $N-NO_3$  оказалось самое низкое по сравнению с почвой других паров – от 5,6 до 7,9 и среднем значении, равном 7,1 мг/кг, что соответствует низкому классу обеспеченности. В почве ЗАО «Провинция+» и СХПК «Причудымский» показатели содержания нитратов оказались гораздо выше – от 13,6 до 53,1 – и средних значениях, равных соответственно 33,2 и 19,2 мг/кг, что соответствует очень высокому и высокому содержанию нитратного азота в почве. Это указывает на разное эффективное плодородие почв изучаемых объектов.

Таблица 1

**Содержание органического вещества, нитратного азота и подвижного фосфора в почве паровых полей**

Объект исследования	Гумус, %			Слов, %			$N-NO_3$ , мг/кг			$P_2O_5$ , мг/100г		
	min	max	x	min	max	x	min	max	x	min	max	x
ОПХ «Минино»	2,60	5,98	4,03	0,10	0,40	0,24	5,6	7,9	7,1	13,4	25,3	20,1
ЗАО «Провинция +»	6,31	10,20	8,33	0,45	0,90	0,70	21,6	53,1	33,2	5,3	13,4	7,2
СХПК «Причудымский»	5,79	9,29	7,70	0,25	0,50	0,37	13,6	25,4	19,2	7,3	13,1	10,2

Содержание подвижного фосфора в почве паровых полей колеблется по объектам в значительных пределах. В почве ОПХ «Минино» количество фосфора изменялось от 13,4 до 25,3 при среднем значении,

равном 20,1 мг/100г. Средний показатель относится к высокому классу обеспеченности. В почве ЗАО «Провинция +» содержание элемента было самое низкое, при колебаниях от 5,3 до 13,4 и среднем значении 7,2 мг/100г, что соответствует среднему классу обеспеченности. В почве СХПК «Причудымский» данное значение изменялось от 7,3 до 13,1 при среднем значении 10,2мг/100г, что соответствует повышенному содержанию фосфора в почве. Различия в содержании подвижного фосфора обусловлены в первую очередь разными почвообразующими породами, на которых формируются черноземы, и во вторую – разным содержанием органического вещества в почвах хозяйств. Содержание  $P_2O_5$  зависит от состава почвообразующих пород, поэтому в данной работе невозможно проследить зависимость между количествами органического вещества и элемента питания.

Наиболее информативным показателем для характеристики эффективного плодородия почв является содержание подвижных гумусовых веществ, извлекаемых 0,1 н NaOH вытяжкой [6, 8]. Подвижные гумусовые вещества находятся в почве либо в свободном состоянии, либо в форме непрочных соединений с полуторными окислами [7]. В связи с этим правомерно отнести данную фракцию гумусовых соединений к подвижным гумусовым веществам. Содержание экстрагируемых щелочью веществ в почвах в значительной мере определяет их питательный режим и структурное состояние. Полагаем, что накопление нитратного азота в парующихся черноземах было связано с количеством и качеством подвижных гумусовых веществ в почвах.

Содержание подвижных гумусовых веществ в почве паровых полей колеблется по объектам очень сильно. В почве ОПХ «Минино» содержание подвижного гумуса самое низкое, оно изменялось от 43 до 153 мгС/100г. Среднее значение составляло 81мгС/100г. Согласно разработанной градации [10], это очень низкий уровень содержания. При этом отношение углерода гуминовых кислот и фульвокислот первой фракции гумусовых веществ было узким, всего 0,66, что указывает на достаточно высокую доступность гумусовых веществ к минерализации. Данное количество и качество подвижных гумусовых веществ в почве обеспечили низкое содержание нитратного азота в результате парования. В почве ЗАО «Провинция +» количество извлекаемых щелочью гумусовых веществ колебалось от 361 до 553 при среднем значении, равном 452 мгС/100г, что соответствует очень высокому содержанию гумусовых веществ в почве. Отношение Сгк:Сфк также являлось узким, что говорит о высокой подвижности извлекаемых щелочью гумусовых веществ. В почве данного хозяйства больше всего накопилось нитратного азота в результате парования. В почве СХПК «Причудымский» содержание подвижного гумуса изменялось от 252 до 648 мгС/100г. Среднее значение составляло 382 мгС/100г, что соответствует высокому уровню содержания. Отношение Сгк:Сфк было очень широким, что позволяет говорить о слабой доступности гумусовых веществ к минерализации. В почве данного хозяйства накопилось достаточно много нитратов, но все же их количество было значительно меньше, чем в почве пара ЗАО «Провинция+».

Таблица 2

**Содержание подвижных гумусовых веществ в почве паровых полей**

Объект исследования	C <sub>0,1н. NaOH</sub> , мг/100г									
	сумма			гк			фк			гк:фк
	min	max	x	min	max	x	min	max	x	x
ОПХ «Минино»	43	153	81	23	82	40	20	91	61	0,66
ЗАО «Провинция +»	361	553	452	152	206	184	198	380	268	0,69
СХПК «Причудымский»	252	648	382	140	470	259	89	186	123	2,11

Выпахивание – это процесс, при котором происходит снижение уровня плодородия пахотных почв, ухудшение их агрономических свойств (снижение содержания гумуса, бесструктурирование, переуплотнение) в результате использования их при низком уровне поступления в почву источников гумуса – органических удобрений и послеуборочных остатков. Выпаханными могут стать как высококультуренные, так и некультуренные почвы, имеющие высокое и низкое содержание гумуса. Выпахивание является начальной стадией деградации почвенного плодородия. Данный процесс обратим, поскольку после оптимизации режима органического вещества выпаханных почв их эффективное плодородие относительно быстро восстанавливается.

Для характеристики степени выпаживания почв предложена 25-балльная шкала [1]. Согласно этой шкале, к невыпаханным почвам относятся те, в которых содержание Слов составляет 25% и более к содержанию общего Совп. Такие почвы имеют нулевой балл степени выпаживания. При расчете баллов степени выпаживания для почв, в которых относительное содержание Слов в составе общего Совп менее 25%, полу-

ченное отношение вычитается из 25. Таким образом, чем выше балл, тем больше степень выпашивания почв. Изучение количества Слов в залежных почвах показало несовершенство единой 25-балльной шкалы для разных типов почв, поэтому в настоящее время используются различные шкалы для разных типов почв. Так, для дерново-подзолистых, светло-серых и серых лесных почв применяется 25-балльная шкала, для темно-серых лесных и черноземов лесостепной и степной зон 15-балльная и для каштановых почв 20-балльная шкала.

В соответствии с данным подходом рассчитана степень выпашивания почв паровых полей (табл. 3). Так, почва ЗАО «Провинция+» имеет слабую степень выпашивания, всего 2,3 балла ( $15 - (0,70 \times 100 : 5,51) = 2,3$ ). Почвы ОПХ «Минино» и СХПК «Причулымский» оцениваются степенью выпашивания около шести и около семи баллов соответственно. Полагаем, что для оценки степени выпашивания почв паровых полей предложенный подход не всегда будет достаточно объективен. Так, почва СХПК «Причулымский» считается выпашанной, но в результате парования в ней накопилось достаточно много нитратного азота, поэтому считать данную почву выпашанной нельзя. Необходимо также учитывать еще одно обстоятельство. Под влиянием парования в почве резко уменьшается количество растительного материала, составляющего большую часть легкоминерализуемого органического вещества. В земледельческой части Красноярского края в почве за период парования запасы растительного материала уменьшаются примерно на 50% [4, 9]. Из этого следует, что на начало парования содержание Слов в почвах было в два раза выше, и они не являлись выпашанными.

Таблица 3

### Степень выпашивания почв паровых полей

Объект исследования	Совп, %	Слов, %	Степень выпашивания почв, балл
ОПХ «Минино»	2,58	0,24	5,7
ЗАО «Провинция +»	5,51	0,70	2,3
СХПК «Причулымский»	4,84	0,37	7,4

Полагаем, что более надежным и информативным критерием, который может использоваться для оценки степени выпашивания почв, является содержание подвижных гумусовых веществ. Абсолютное содержание данной формы гумусовых веществ в почве хорошо соотносится с накоплением нитратов в условиях парования. Важно учитывать не только количество экстрагируемых щелочью гумусовых веществ, но и оценивать их качество. Для этого можно использовать соотношение  $C_{тк} : C_{фк}$  подвижных гумусовых веществ. Чем уже данное соотношение, тем доступнее извлекаемые щелочью вещества к минерализации, и в их составе больше неспецифических соединений. Известно, что основным источником пополнения минерального азота в почве служат мобильные азотсодержащие органические вещества неспецифической природы и наиболее подвижные фракции гумусовых кислот [2, 3].

### Выводы

1. Для комплексной оценки почвенного плодородия и установления степени выпашивания почв сельскохозяйственных земель можно использовать показатель содержания в почве подвижных гумусовых веществ. При этом абсолютное значение показателя должно дополняться качественной характеристикой  $C_{тк} : C_{фк}$ .
2. Содержание подвижных гумусовых веществ порядка 43–153 мгС/100г почвы и содержание легкоразлагаемого органического вещества порядка 0,1–0,40%С можно считать низкими.
3. Парование черноземов с низким содержанием подвижных гумусовых веществ и легкоразлагаемого органического вещества не обеспечивает накопления сколько-нибудь заметных количеств нитратного азота в почве.

### Литература

1. Борисов Б.А. Легкоразлагаемое органическое вещество целинных и пахотных почв зонального ряда европейской части России: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2008. – 43 с.
2. Гамзиков Г.П. Азот в земледелии Западной Сибири. – М.: Наука, 1981. – 267 с.

3. *Гамзиков Г.П.* Руководство по почвенной диагностике азотного питания полевых культур в Восточной Сибири. – Красноярск: Гротеск, 2001. – 24 с.
4. *Гертель Э.К.* Процессы разложения растительных остатков в пахотных почвах Красноярской лесостепи: дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 1982. – 21 с.
5. *Гришина Л.А., Орлов Д.С.* Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. – М., 1978. – С. 26.
6. *Козут Б.М.* Изменение содержания, состава и природы гумусовых веществ при сельскохозяйственном использовании типичного мощного чернозема: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М., 1982. – 24 с.
7. *Пономарева В.В., Плотникова Т.А.* Методические указания по определению содержания и состава гумуса в почвах. – Л., 1975.
8. *Чесняк Г.Я.* Влияние сельскохозяйственных культур, севооборотов и удобрений на содержание гумуса в черноземе типичном мощном // Земледелие. – 1980. – №5. – С. 60–65.
9. *Шпедт А.А.* Влияние зеленых удобрений на баланс растительного вещества и лабильные формы гумусовых веществ в черноземе выщелоченном Красноярской лесостепи: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 1995. – 20 с.
10. *Шпедт А.А.* Градации содержания гумусовых веществ в черноземах Красноярского края применительно к зерновым культурам // Мат-лы V Всерос. съезда почвоведов им. В.В.Докучаева. – Ростов-н/Д: Ростиздат, 2008. – 212 с.



*Редакция приносит извинения за допущенную ошибку в №11 «Вестника КрасГАУ». В статье Э.О. Макушкина «Диагностика трендов изменения условий почвообразования в дельте р. Селенги в голоцене по соотношению углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот» в выводах на 70-й странице 2-е предложение 4-го пункта следует читать: «На островах правобережья дельты, приближенных к оз. Байкал, формировалась почва аналогичного типа преимущественно в оптимальных гидротермических условиях, так как соотношения сумм  $S_{гк} / S_{фк} > 1,0$  как в дневных горизонтах, так и в погребенных горизонтах исследованных почвенных разрезов».*