

УДК 631.461.2:631.582:631.86

## РОЛЬ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ПРИ РАЗНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Б. Д. КИРЮШИН, Ф. ЭЛЬМЕР, С. КРЮК, М. ЕШКО

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

**В исследованиях (1994—1997 гг.) на супесчаной оподзоленной почве в условиях производства и многолетнего полевого стационара северо-восточной части Германии установлены основные регуляторы биотической активности дождевых червей при полевом земледелии. Это — севообороты на основе клеверо-злаковых трав, интенсивное использование органического удобрения под пропашные культуры и почвозащитная обработка почвы. Решающее влияние на плотность популяций дождевых червей оказывают текстура, гумусность, рН и влажность почвы. Однако в условиях продолжительного растительного покрова и обильного поступления органического вещества на пахотных землях обеспечивается благоприятная среда для жизнедеятельности червей и создания «биологической спелости» почвы.**

Дождевые черви являются важным составным компонентом плодородной почвы. Вкупе с микроорганизмами они подготавливают в конечном итоге ее «биологическую спелость». В биологически спелой почве создаются оптимальные условия для роста растений и активности почвенного эдафона, или биоты. На основе биологической спелости почвы можно регулировать интенсивность ее обработки и уровень специализации севооборотов с точки зрения экологии и экономики.

Жизнедеятельность дождевых червей положительно сказывается

на всех свойствах почвы. В результате измельчения первичного органического вещества и его перемешивания с почвой в кишечно-желудочном тракте животных создаются благоприятные условия для размножения микроорганизмов, особенно бактерий. Выделения червей отличаются повышенными по сравнению с окружающей средой рН, содержанием лабильного углерода и легкогидролизуемых питательных веществ, в том числе азота, фосфора и калия.

Они равномерно распределяются в пределах пахотного и отчасти подпахотного (вертикальные ходы глубокомигрирующих чер-

вей) слоев почвы и стимулируют корнеобразование у растений. Рыхление и перемешивание почвы дождевыми червями (т. е. ее «биологическая обработка») повышают некапиллярную пористость корнеобитаемого слоя почвы, при этом в отличие от механической обработки происходят стабилизация глинисто-гумусовых коллоидов и образование водопрочных структурных агрегатов комковатой формы. Ходы червей, прокрашенные гумусом и называемые биопорами, представляют устойчивые и надежные «трубопроводы» воды и воздуха для почвенной биоты и корней растений [5, 9, 10, 13, 14, 16, 20]. В зависимости от местоположения, свойств почвы и вида землепользования численность червей может варьировать от 1 до 2000 шт/м<sup>3</sup> при биомассе от 0,5 до 305 г/м<sup>3</sup>. Чаще эти пределы составляют 100—500 шт/м<sup>2</sup> и 30—200 г/м<sup>3</sup>, причем верхние границы отражают оптимальные условия [7, 9, 17].

При снижении интенсивности землепользования и переходе от традиционного к альтернативному земледелию активизируется жизнедеятельность дождевых червей, при этом возрастает их видовой состав. На старопашотных почвах с узкоспециализированными севооборотами по сравнению с залежью, лугом или лесом, как правило, уменьшается их численность и снижается видовой состав. В этой связи возрастает значение правильного сочетания и чередования культур в севооборотах, поскольку это обуславливает поступление в почву необходимого для питания червей первичного органического вещества: пожнивных растительных остат-

ков, соломы, навоза и т.д. [4, 6, 9, 12, 13, 19].

Биомасса дождевых червей положительно коррелирует с длительностью растительного покрова пахотных земель. В этом отношении чистый пар и многолетние травы составляют антиподные звенья севооборота. Большинство пропашных культур, выращиваемых с широкими междурядьями и медленным смыканием рядков, как правило, представляют для червей менее благоприятные условия, чем культуры сплошного сева. Независимо от способа, частоты и орудий механической обработки почвы, а также биологических особенностей и агротехнических требований возделываемых культур границы плотности популяций дождевых червей определяются гумусированностью и кислотностью, текстурой и микроклиматом почвы [3, 8, 18].

В настоящей работе представлены отдельные результаты исследований 1994—1998 гг., выполненных в рамках договора о научном сотрудничестве между Берлинским университетом и Московской сельскохозяйственной академией со следующими целями:

Наряду с другими вопросами предусматривалось изучение биогенности почвы, в частности плотности популяций червей в зависимости от свойств почвы (содержания и форм органического вещества и др.), а также приемов их регулирования в условиях полевого землепользования.

### **Методика**

Основные исследования выполнены в 3-факторном полевом опыте «Системы земледелия», заложеном профессором Ф. Эльме-

ром в 1991 г. на опытной станции Берлинского университета в Блумберге, северо-восточной части Берлина. Среднегодовые суммы осадков и температура соответствовали 572 мм и 8,6° С. Почва — оподзоленная каменная браунерде с высоким содержанием песка (частицы более 0,05 мм) и пыли (0,05—0,002 мм) — соответственно 46—63% и 27—51 %. Глинистая фракция (менее 0,002 мм) варьировала в пределах 3—14%. В одно-физические свойства классифицируются неблагоприятными: плотность — 1,66 г/см<sup>3</sup>, скважность — 38%, полевая влагемкость — 142 мм/м, а водопроницаемость — 22 см/сутки. При низкой гумусированности (1,2%) обеспеченность подвижными фосфором, калием и магнием составила в среднем соответственно 54, 168 и 26 мг на 1 кг почвы. Содержание карбонатов не превышало 0,02%, рН — 5,1.

Метод размещения вариантов в полевом опыте представляет сочетание схемы расщепленных делянок и блоков — А/(В+С) в 4—6-кратной повторности. Большие делянки первого фактора (А) — «севообороты/предшественики» — являются блоками для перекрестных делянок одинакового размера в 72 м<sup>2</sup>, второго — (В) — обработка почвы и третьего (С) — азотное удобрение. Градации факторов показывают разные уровни интенсивности земледелия. Подробное описание схемы опыта приведено в предшествующих работах [1,15].

Одновременно с закладкой опыта был оставлен участок залежи сеяных трав: смесь овсяницы луговой и красной с клевером красным и белым (многолетний зеле-

ный пар). На одной части залежи травы подкашивают 2 раза в год и оставляют их на месте в виде мульчи. На другой, контрольной делянке, осуществляется типичная для полевого кормопроизводства технология. Участок отделен от опыта защитной полосой с водоотводной канавкой.

Технология полевых работ в опыте соответствует производственным условиям данного региона Германии. Под озимую пшеницу сорта Боренос проводят одно или два дисковых лущения соответственно после кукурузы на силос и клеверо-злакового пара или культивацию после картофеля. Предпосевная подготовка почвы включает обычную вспашку на 30 см или культивацию на 15 см (почвозащитная обработка) и внесение зеленого плюс фосфорно-калийного удобрения. Норма высева — 350—375 всхожих семян на 1 м<sup>2</sup>. Азотное удобрение на соответствующих вариантах — двухразовое по 40 кг/га (N). Борьба с сорняками — механическая, с помощью гибких, копирующих поверхность штригель-борон. В случае экономического порога вредоносности сорняков и патогенов используют пестициды. Уборку проводят прямым комбайнированием.

Дополнительные исследования проводились на полях 2 хозяйств экологической ориентации «Бродовин» и «Меглин» к северо-востоку от Берлина. Почвенные пробы отбирали вдоль фиксированных трансект в 8 пунктах, радиусом 3 м каждый и расстояниями от 30 до 60 м в зависимости от длины поля. По сравнению с Бродовином рельеф полей Меглина отличала невысокая изрезанность

Таблица 1

Почвенные характеристики производственных полей 2 хозяйств  
вдоль трансект (n=8) 1995—1997 гг. [2]

Параметр	Часть склона «Бродовин»							
	верхняя	вершина	верхняя	нижняя	впадина	впадина	впадина	нижняя
	Пбе	Бе-Рс	Бе	Бе-Рс	Антр.	Глей	Пбе	Пбе
Горизонт	Ar 0—30	0—28	0—32	0—34	0—30	0—26	0—28	0—32
и глубина, см	Bt 30—75 Cc>75	Bv — 34 Cg>34	32—50 C>50	34—41 Cg>41	He опр. — » —	60—61 Gr>61	Bt — 70 Cc>70	32—77 Cc>77
Песок, %	53,1	60,0	42,1	56,0	60,7	48,7	50,3	48,6
Пыль, %	40,8	35,7	41,2	36,5	32,3	40,8	41,3	42,3
Глина, %	6,1	4,3	16,7	7,5	7,0	10,5	8,4	9,1
pH (CaCl <sub>2</sub> )	6,2	6,8	7,2	5,6	6,1	6,6	6,2	6,4
мг/100 г:								
Р	5,9	5,4	4,7	6,7	4,4	4,5	3,3	3,1
К	12,5	8,2	23,2	15,7	8,8	6,9	9,4	9,2
Mg	5,4	2,9	4,9	7,8	4,1	8,5	11,6	7,2

	Часть склона «Меглин»							
	средняя	верхняя	верхняя	средняя	средняя	нижняя	нижняя	нижняя
	Бе	Бе	Пбе	Пбе	Пбе	Пбе	Бе	Бе
Горизонт	Ar 0—35	0—25	0—30	0—35	0—35	0—35	0—40	0—35
и глубина, см	Bv 35—>90 Cc>60	26—60 C>60	Bt — 50 >50	35—65 >65	35—60 Cc>60	35—90 >90	Bv — 90 C>90	35—>90
Песок, %	56,4	59,4	48,6	52,2	54,4	52,6	61,3	66,5
Пыль, %	37,5	30,7	43,0	38,2	35,9	38,6	33,0	28,8
Глина, %	6,1	9,9	8,4	9,6	9,7	8,8	5,7	4,7
pH	6,5	6,7	5,8	6,0	6,0	5,6	5,3	5,1
мг/100 г:								
Р	10,5	13,9	3,6	4,7	2,9	3,0	3,4	2,4
К	16,2	20,1	11,4	11,9	9,2	14,7	7,4	6,7
Mg	5,6	7,1	6,6	9,8	11,3	6,9	3,7	2,9

Примечание. Почвенные типы: Бе — браунерде. Пбе — парабраунерде. Бе - Рс — браунерде - регосоль, Антр. — антропогенный.

и пологость склонов. При высокой гетерогенности почв производственных полей и опыта их свойства в среднем различались мало (табл. 1).

В обоих хозяйствах основу системы земледелия составляли классическая вспашка и внесение

органического удобрения: навозного компоста 125 ц/га раз в 3 года в Бродовине и навоза — 500 ц/га — в Меглине. Основные различия связаны с севооборотами. Бродовин: 2 года клеверо-злаковая смесь — озимая пшеница — озимая рожь — викоржаная смесь

на корм; Меглин: озимый ячмень — озимая тритикале-клеверо-злаковая смесь (на пастбище). Если в Бродовине поля «отдыхали» не более 2 мес., то в Меглине «промежуточный пар» от уборки озимой тритикале (лето) до посева клеверо-злаковой смеси (весна) достигал 8 месяцев.

Как уже отмечалось выше, биологическая активность дождевых червей связана в большей степени с почвенно-погодными условиями, чем с агротехникой.

Высокая гетерогенность производственных полей требует более корректной оценки проведенных исследований. Эффективным способом подготовки данных к оценке служит кластерный анализ, в частности метод Варда с квадратичным евклидовым расстоянием. Так, из 16 точек обследованных полей получено 5 кластеров или групп с более однородными значениями показателей свойств почвы и активности дождевых червей (табл. 2).

Таблица 2

Средние характеристики  
5 кластеров почвенных свойств полей в 16 точках двух хозяйств

Параметр	1 n=1	2 n=6	3 n=4	4 n=3	5 n=2
Глина, %	16,7	8,0	8,1	8,6	4,5
$C_{орг}^1$ , мг/100 г	1041	791	830	1142	571
$C_{орг}^1$ — » —	274	303	341	629	260
$C_{вод}^2$ — » —	53,6	46,0	46,2	59,8	36,5
$N_{общ}$ — » —	113,5	82,3	88,8	115,4	61,6
Численность червей, шт/м <sup>2</sup>	156	121	73	97	23
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	33,8	58,6	30,8	26,9	12,8

Примечание.  $C_{орг}^1$  — трансформируемый углерод по разности между общим ( $C_{орг}$ ) и инертным,  $C_{вод}^2$  — углерод, растворенный в горячей воде.

Первый кластер представляет только один пункт обследования, который отличается наибольшей численностью дождевых червей, сравнительно высоким содержанием глины и значительной долей трансформируемого углерода по сравнению с общей и водорастворимой формами, а также общего азота. В четвертом кластере, напротив, объединены 2 участка с высоким содержанием всех форм органического вещества. Пятый кластер включает 2 пункта с

наименьшими значениями почвенных характеристик и биотической активности дождевых червей. Второй и третий кластеры, самые многочисленные, занимают среднее положение.

Для российского ученого представляют интерес и особенности методики некоторых лабораторных и полевых исследований. Основные почвенные анализы проводились для пахотного слоя 0—20 см. Влажность почвы определяли тензиометром в слое 5—15 см, температуру — на глубине

10 см. Общий и водорастворимый углерод — на установке Strohleim Smat 5500 путем сухого сжигания в пот оке кислорода при температуре 600° С. Инертный углерод рассчитывали по соответствующей формуле, которая позволяет учитывать зависимость физико-химически связанного углерода от содержания глины в почве [15]. Доступные растениям формы калия и фосфора определяли в дилактатной вытяжке, рН и доступный магний — в растворе хлористого кальция. Пиживные и корневые растительные остатки отбирали буром с диаметром цилиндра 8 см до глубины 30 см. Точки взятия образцов включали как минимум одно растение посевного рядка. Плотность заселения дождевых червей определяли в 2-кратной повторности па площадках 0,125 м<sup>2</sup> до глубины 20 см [21]. Основные параметры по дождевым червям включали: численности особей и коконов, биомассу, возраст (3 класса по выраженности колец), род и вид. Оценку биотической активности червей проводили в динамике с весны до осени по 3 биоценозам: многолетней клеверо-злаковой залежи, опытным делянкам и производственным полям. Урожай учитывали в опыте поделочно, полосой в 16 м<sup>2</sup> и площадками в 1 м<sup>2</sup> на производственных полях. Статистическую обработку данных о количественной и качественной изменчивости признаков проводили на основе как параметрических, так и непараметрических методов с помощью специальных компьютерных программ [15].

#### Динамика видового состава дождевых червей

Благодаря круглогодичному растительному покрову, обильному поступлению в почву органического вещества и отсутствию ее обработки из всех сельскохозяйственных угодий только луг и многолетняя залежь, или «зеленый пар», отражают региональную специфику популяций дождевых червей [9, 13, 17]. На залежи опытного участка в Блюмберге установлено 6 видов червей из 3 родов: *Lumbricus terrestris*, *L. rubellus*, *L. castaneus*, *Aporreclodea caliginosa*, *A. rosea* и *Allolobophora chlorotica*. Около 60° о составляли особи *A. caliginosa* (184 шт/м<sup>2</sup>), следующую позицию занимали *L. terrestris* (33 шт/м<sup>2</sup>). Количество остальных видов варьировало от 0 до 13 шт/м<sup>2</sup>.

На опытных делянках встречались только 2 вида: *A. caliginosa* и *L. terrestris*. Большим многообразием отмечены производственные поля (от 3 до 5 видов) при высокой вариабельности по сезонам и севооборотам. Так, вид *A. caliginosa* в Бродовине весной 1995 г. составлял 50° о, а в 1997 г. — более 80° о общего состава. Представительство *L. terrestris* за этот период снизилось с 25—20 до 1% (рис. 1).

Различные виды и особенно особи различных родов или «образов жизни» не только обитают в различных почвенных ареалах и горизонтах, но и предъявляют специфические требования к свойствам почвы и питанию. Именно этим можно объяснить меньшую

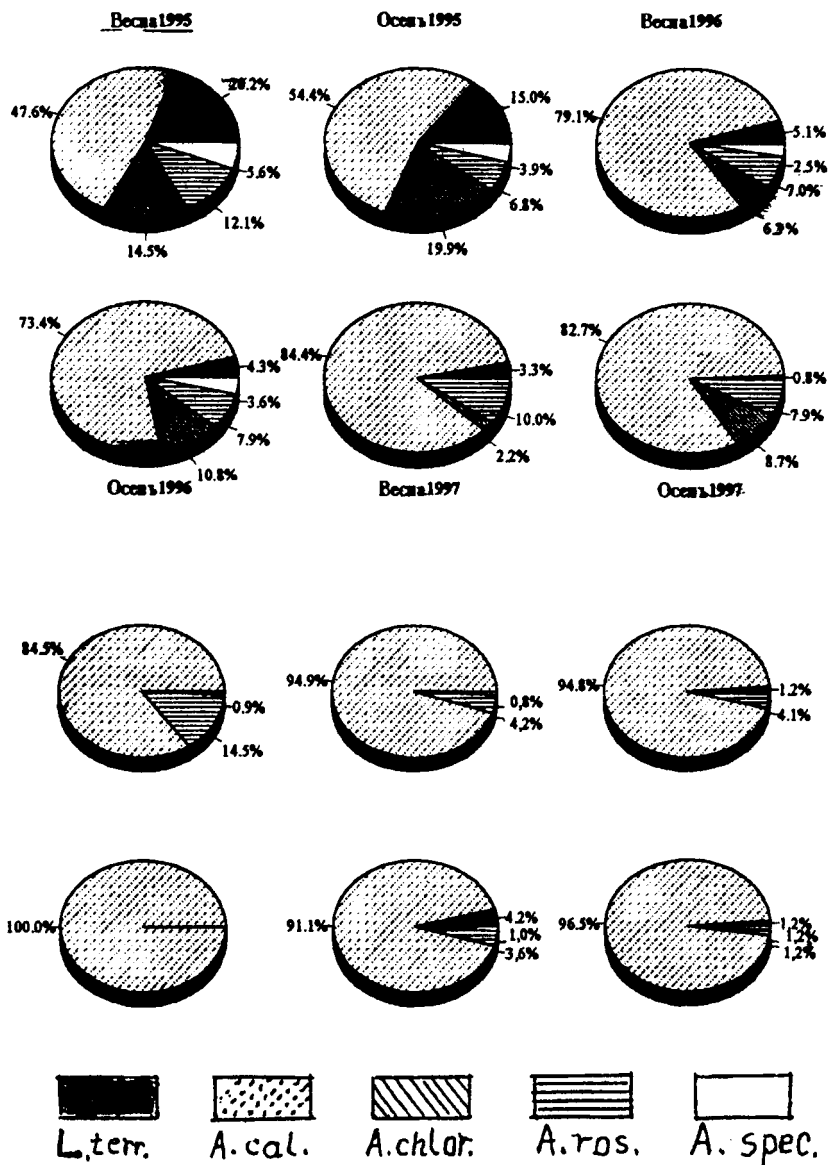


Рис. 1. Динамика видового распределения дождевых червей в почве на полях 2 хозяйства: «Бродовин» (вверху) и «Меглин» (внизу) северо-восточной части Германии в 1995—1997 гг. (n=8).

разновидность червей на опытных делянках по сравнению с залежью. Краснопигментированные, мелкие и средние по размеру особи (*L. rubellus* и *L. castaneus*), живут вблизи поверхности почвы и питаются непосредственно растительным опадом с населяющими его микроорганизмами. Они требуют постоянного растительного покрова и отсутствуют, как правило, на пахотных землях. Вместе с тем *L. terrestris* при аналогичных требованиях к окружающей среде и резко отрицательной реакции на обработку почвы является типичным видом на пашне [10, 13]. В наших исследованиях этот вид встречался в севообороте с многолетними травами, тогда как после картофеля, другого предшественника озимой пшеницы, отсутствовал.

Глубокоживущие, непигментированные виды (*Aporrectodea rosea* и *Allolobophora chlorotica*), неприхотливые к почвенным условиям и пище, составляют типичное сообщество на пашне. Второй вид по сравнению с первым, как и в случае наших исследований, представлен не всегда, что связывают с его меньшими устойчивостью к обработке почвы и междоусобной конкуренцией [9, 13]. Несмотря на высокую гетерогенность супесчаной почвы и ограниченное число точек обследований, *A. chlorotica* встречался всегда в пониженных элементах рельефа, что свидетельствует о его высокой требовательности ко влажности почвы. Таким образом, при анализе влияния характера землепользования на видовой состав червей

следует учитывать их специфические требования к микроклимату почвы.

### Динамика биотической активности дождевых червей

В условиях покоя почвы под покровом клеверо-злаковой смеси многолетней залежи накапливаются как растительные остатки, так и полноценный гумус. Последний хорошо регулирует водно-воздушный и температурный режимы почвы. При обильной пище создаются все предпосылки для оптимального развития популяций червей. Их количество и масса в длительном зеленом пару составили 192—442 шт/м<sup>2</sup> и 40—183 г/м<sup>2</sup> при значительном преобладании молодых особей (табл. 3).

Можно предполагать высокую активность червей на пахотных землях прежде всего после злаково-бобовых культур, когда остается большое количество пожнивных и корневых остатков. Именно между севооборотными вариантами установлены в опыте существенные различия. Наиболее благоприятные условия обеспечивали однолетняя клеверо-злаковая залежь и клеверо-злаковая смесь одного года пользования. Картофель замыкал этот ряд при среднем положении кукурузы на силос по фону навоза. За три года исследований (1994—1996) предельные численности червей после однолетней залежи, трав и картофеля составляли соответственно 62—168, 19—104 и 2—31 шт/м<sup>2</sup>. Устойчивое преимущество почвозащитной обработки перед отвальной порядка 10 шт/м<sup>2</sup> было



Таблица 3

**Плотность размещения и структура популяции дождевых червей  
в условиях многолетней клеверо-злаковой залежи**

Параметр	Сроки обследований				
	август 1994 г.	май 1995 г.	октябрь 1995 г.	май 1996 г.	октябрь 1996 г.
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	39,8	67,6	155,3	101,5	182,9
Численность, шт/м <sup>2</sup>	192	234	442	324	366
Доля молодых особей, %	95,4	90,4	91,0	90,1	85,0
Кокконы, шт/м <sup>2</sup>	2	32	0	2	0

отмечено лишь после хороших предшественников озимой пшеницы. Положительное влияние почвозащитной обработки и клеверо-злаковых смесей как в случае оставления их наземной массы на месте (залежь), так и при ее отчуждении отразилось больше на биомассе червей.

Однолетний «покой» почвы посредством введения в севооборот зеленого пара (однолетней залежи) оказал благоприятное влияние на жизнеспособность червей. Их биомасса по фону почвозащитной обработки варьировала от 23,7 (октябрь 1996 г.) до 60,5 г/м<sup>2</sup> (апрель 1994 г.). Наибольшая биомасса дождевых червей после клеверо-злаковой смеси отмечена в октябре 1995 г.; по фону обычной и почвозащитной обработок — соответственно 25,5 и 47,2 г/м<sup>2</sup>. В севооборотах с кукурузой на силос и особенно с картофелем минимальные значения получены от 0,1 до 15,8 г/м<sup>2</sup> по отвальной обработке почвы. Наряду с влиянием агротехники и погодных условий большая вариация численности и биомассы червей установлена между пунктами обследования. Это обусловлено различиями по

влажности почвы, что особенно ярко проявилось в засушливом 1995 г., когда средняя влажность образцов была менее 7%.

Наряду с численностью и биомассой, количественными параметрами важное значение для характеристики популяций дождевых червей имеет такой качественный параметр, как возрастное распределение. Он объясняет противоречия между численностью и биомассой червей, т. е. основными количественными параметрами. В среднем по севооборотам доля молодых особей превышала 60%. В порядке возрастания их численности предшественники составили следующий ряд: картофель — клевер-злаковая смесь — кукуруза на силос (табл. 4).

Наиболее высокая численность молодых червей наблюдалась в местах скопления крупных пожнивных остатков кукурузы. Они служили для червей хорошим укрытием от их врагов и неблагоприятных погодных условий.

Кокконы дождевых червей встречались главным образом весной. Под влиянием предшественников их численность соответствовала убывающему ряду: однолетняя залежь — пар клеверо-злаковый

Таблица 4

Доля молодых особей дождевых червей (%) под озимой пшеницей в 4 севооборотах при обычной (числитель) и почвозащитной (знаменатель) системах обработки почвы (Блумберг)

Срок обследования	Предшественник				Существенность различий
	клеверо-злаковая смесь		кукуруза на силос	картофель	
	однолет. залежь	на корм			
Апрель 1994 г.	<u>69,6</u>	<u>70,3</u>	<u>94,5</u>	<u>48,0</u>	Все < КС ОЗ < КС
	48,4	67,4	76,6	64,3	
Август 1994 г.	<u>81,3</u>	<u>64,7</u>	<u>91,9</u>	<u>66,7</u>	КЗ < КС КЗ < КС
	79,1	64,5	90,6	70,6	
Май 1995 г.	100	<u>86,7</u>	<u>86,7</u>	100	—
	81,8	80,0	92,9	80,0	—
Октябрь 1995 г.	<u>76,8</u>	<u>73,3</u>	<u>73,9</u>	<u>94,1</u>	—
	55,1	79,4	76,5	64,3	ОЗ < КС
Май 1996 г.	<u>48,8</u>	<u>62,3</u>	<u>73,9</u>	<u>53,9</u>	—
	38,3	81,6	72,2	50,0	ОЗ < КЗ
Октябрь 1996 г.	<u>64,8</u>	<u>75,0</u>	<u>83,3</u>	<u>50,0</u>	—
	70,7	84,0	94,4	100	—

Примечание. Математическая обработка данных проведена на основе 95% доверительного интервала по Клопперу и Пирсону. Существенные различия между обычной и почвозащитной обработками почвы установлены только в апреле 1994 г. по кукурузе на силос. Существенность различий по предшественникам: КС — кукуруза на силос, ОЗ — однолетняя залежь, КЗ — клеверо-злаковая смесь на корм показана знаком неравенства.

на корм — кукуруза на силос — картофель.

По всем показателям, в том числе по меньшему числу коконов и доле молодых особей, активность червей выше осенью. Некоторое исключение составляет засушливый 1995 г. (табл. 5).

Аналогичные закономерности получены и в 3-факторном полевом опыте. Внутри сезона (весна, лето или осень) численность червей определялась, как правило, уровнем влажности почвы (табл. 6).

Пространственная вариация численности и биомассы дождевых червей в почве производственных полей соответствовала

Таблица 5

Динамика сезонной активности дождевых червей на производственных полях (числитель — весна, знаменатель — осень). В среднем по двум предприятиям (n=16)

Показатели	Срок взятия образцов		
	1995 г.	1996 г.	1997 г.
Численность, шт/м <sup>2</sup>	<u>65</u>	<u>92</u>	<u>50</u>
	166	80	69
Молодые особи, %	<u>25,9</u>	<u>27,8</u>	<u>19,1</u>
	42,3	25,4	23,1
Масса, г/м <sup>2</sup>	<u>75,0</u>	<u>73,9</u>	<u>72,2</u>
	74,4	66,2	67,2
Коконы, шт/м <sup>2</sup>	<u>11,5</u>	<u>22,5</u>	<u>21,0</u>
	2,0	3,0	1,5

Динамика влажности почвы (% числитель)  
и численность дождевых червей (шт/м<sup>2</sup> знаменатель)  
в стационарном полевом опыте.  
Блюмберг с апреля по октябрь 1995—1997 гг.

Год	Срок определения					
1995	24.05	21.06	18.07	19.09	17.10	
	<u>6,2</u>	<u>12,3</u>	<u>5,4</u>	<u>6,4</u>	<u>8,8</u>	
	30	64	28	84	92	
1996	10.05	10.06	08.07	06.08	02.09	26.09
	<u>12,3</u>	<u>7,1</u>	<u>9,0</u>	<u>6,5</u>	<u>9,1</u>	<u>10,9</u>
	51	14	10	48	88	90
1997	23.04	21.05	22.07	14.08	10.09	06.10
	<u>8,3</u>	<u>5,9</u>	<u>10,1</u>	<u>6,6</u>	<u>7,5</u>	<u>7,1</u>
	48	2	30	40	88	72

различиям между севооборотами стационарного опыта. В местах скопления червей почва характеризовалась благоприятными физико-химическими свойствами (текстура, влажность, температура и рН). Средние 3-летние по двум предприятиям численность и биомасса червей находилась в пределах соответственно 22—150 шт/м<sup>2</sup> и 16—75 г/м<sup>2</sup> (рис. 2).

#### Выводы

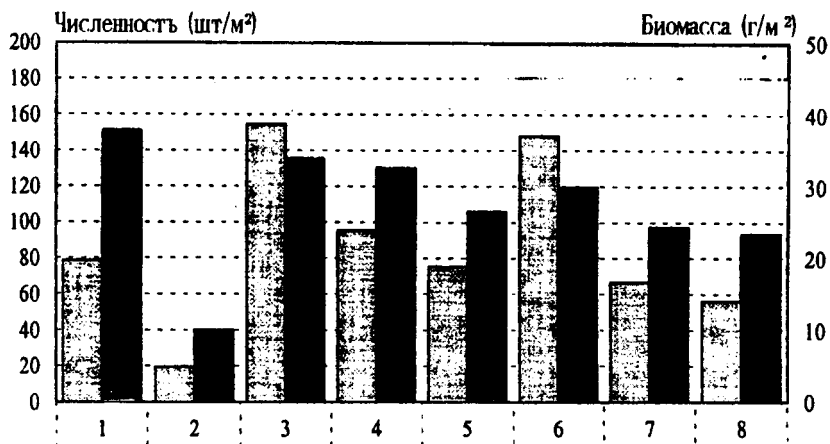
1. Дождевые черви не только являются индикатором почвенного плодородия, но и обеспечивают «биологическую спелость» почвы — необходимое условие как для роста и развития растений, так и для замены обычной вспашки структурирующей механической обработкой или полного отказа от механической обработки (нулевой).

2. Решающее влияние на количественные и качественные характеристики популяций дождевых

червей оказывают текстура (соотношение механических элементов), гумусность, рН и влажность почвы. Оптимальную среду для них обуславливает достаточно продолжительный «покой» почвы под растительным покровом при обильном поступлении первичного органического вещества.

3. Наибольшей плотностью популяции дождевых червей, а также разнообразием гидов в почве характеризуются многолетние клеверо-злаковые залежи. В среднем численность червей здесь превышала 300 шт/м<sup>2</sup>, а биомасса — 110 г/м<sup>2</sup>. Из шести установленных видов около 60% приходилось на *Aporrectodea caliginosa*, второе место занимал *Lumbricus terrestris*.

4. В условиях полевого земледелия основным регулятором биотической активности дождевых червей может служить севооборот на основе многолетних бобово-злаковых трав



Точки взятия образцов

Рис. 2. Распределение численности (светлый столбик) и биомассы (темный) дождевых червей в почве производственных полей «Бродовин» (вверху) и «Меглин» (внизу) в среднем за 1995—1997 гг. (n=24).

в сочетании с интенсивным органическим удобрением пропашных культур. Положительный эффект почвозащитной обра-

ботки в этом отношении проявляется прежде всего на фоне многолетних трав и органического удобрения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Киришин Б. Д., Эльмер Ф., Ситих Ю. Н., Крюк С.* Плодородие супесчаной почвы и эффективность систем земледелия в зависимости от интенсивности использования пашни. — Изв. ТСХА, 1998, вып. 3, с. 24—36. — 2. *AG Boden: Bodenkundliche Kartieranleitung.* Stuttgart, Hannover. 4. erw. Aufl. — 3. *Barley K. P.* Aust. J. Agric. Res., 1959, vol. 10, N 2, p. 171—178. — 4. *Bauchhenss J.* Bayer. Landw., 1991, Bd. 68, N 4, S. 430—443. — 5. *Bieri M., Guendet G.* Schweiz. Landw. Fo., Bd. 28, N 2, S. 81—86. — 6. *Claupen W.* Dissertation, Triade-Verlag Erika, 1994, Göttingen. — 7. *Dunger W.* Die neue Brehm-Bücherei, A. Ziemsen, 1983. — 8. *Edwards C. A.* Earthworm Ecology, 1983, p. 123—137. — 9. *Edwards C. A., Bohlen P. J.* Biology and Ecology of Earthworms. Chapman and Hall, 3 ed., London, 1996. — 10. *Ehlers W.* Soil Sci, 1975, vol. 119, N 3, p. 242—249. — 11. *Emmerling C., Schröder D.* Mitt. d. Deutsch. Bodenk. Gesellschaft, 1996, N 80, S. 237—240. — 12. *Finck A.* Z. Pflanzenernähr. Bodenkd., 1990, Bd. 153, S. 271—275. — 13. *Graff O.* Schaper Verlag, 1983, Hannover. — 14. *Hartge K. H.* Ber. Landw., 1991, Bd. 203, S. 134—143. — 15. *Kruck S.* Dissertation, Shaker Verlag, 1998, Berlin. — 16. *Lovelle P. et al.* Ecology of arable Lands., 1989, p. 109—122. — 17. *Lee K. E.* Academic Press, 1985, Sydney — Orlande. — 18. *Slatter C. S.* Agricul. Res. Service, 1954, USDA. — 19. *Thielemann U.* DLG-Mitt./agrarinform, 1993, N 1, S. 54—56. — 20. *Wild A.* Spektrum Akadem. Verlag, 1995, Berlin — Oxford. — 21. *Zicsi A.* Acta. Agron. Hung., 1958, N 8, S. 67—75.

Статья поступила 30 июня 1999 г.

## SUMMARY

In investigations conducted on sandy loam podzolized soil under conditions of production and in field static experiment in north-eastern part of Germany for many years, the main regulators of biotic activity of earthworms with field land utilization have been ascertained. Decisive effect on density of earthworms population is exerted by texture, humusness, pH and moisture of soil. However, with long-term plant cover and abundant supply of organic matter, favourable environment for life activity of earthworms and formation of biological tilth of the soil is provided on arable lands.