

А. Д. Штирц, Ю. А. Гураль
ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ ПАНЦИРНЫХ КЛЕЩЕЙ

Донецкий национальный университет; 83050, г. Донецк, ул. Щорса, 46
e-mail: ecology@dongu.donetsk.ua

Штирц А. Д., Гураль Ю. А. Влияние органических и минеральных удобрений на структуру сообществ панцирных клещей. – Проведены исследования по влиянию органического (навоз) и минеральных (азотное, калийное, фосфорное и комплексное) удобрений, вносимых под картофель, на структуру населения орибатид. Установлено, что внесение органического удобрения оказывает положительное влияние на структуру сообщества панцирных клещей, улучшая и превышая практически все показатели по сравнению с контролем. Внесение азотного, калийного и комплексного удобрений нарушают структуру сообщества, а внесение фосфорного удобрения приводит к наибольшему дисбалансу в ней.

Ключевые слова: панцирные клещи, орибатида, органические и минеральные удобрения, структура сообществ.

Введение

Внесение в почву минеральных удобрений приводит к изменению ее физико-химических свойств, способствует повышению урожайности и более интенсивному использованию пахотных земель. При этом существенному изменению подвергаются и биологические компоненты почвы, принимающие непосредственное участие в создании и поддержании ее плодородия. Почвенные беспозвоночные, являющиеся наряду с микрофлорой обязательным звеном в цепи биологического круговорота веществ, изучены в этом отношении совершенно недостаточно. По свидетельству ряда исследователей [6, 16 и др.], комплексы мелких почвенных членистоногих очень чутко реагируют на изменение окружающих условий при антропогенных воздействиях на почву.

Внесение в почву органических удобрений, в частности, навоза, в большинстве случаев приводит к увеличению численности видового разнообразия орибатид. Происходит смена видов, появляются виды, характерные для высокогумусированных почв, отмечается увеличение доли неспециализированных форм и снижение доли мелких скважников [14].

Данные различных исследователей об изменении группировок микроартропод при внесении в почву неорганических удобрений во многом отличаются. Одни авторы не отмечают существенных нарушений комплекса мелких почвенных членистоногих при применении минеральных удобрений [9], другие, наоборот, показывают, что в нем происходят значительные преобразования [3, 11 и др.]. В ряде случаев почти не выражены групповые перестройки комплекса микроартропод, тогда как отдельным видам каждой группы могут быть свойственны противоположные количественные реакции на внесение в почву одних и тех же веществ [2, 16]. Перестройки почвенного населения, по-видимому, во многом зависят от дозы удобрения [15]. Противоречивость имеющихся в литературе сведений, видимо, связана с тем, что преобразование сообщества находится в зависимости не только от применяемых удобрений, но и от целого ряда других факторов: типа почв, состава фауны, гидротермического режима почвы, агротехнических мероприятий, срока взятия образцов и т.п. [16].

Действию минеральных удобрений на орибатид посвящено немало работ. Так в черноземах Хорватии под люцерной микроартроподы были значительно обильнее в тех почвах, в которые не вносили минеральные удобрения и ядохимикаты [23]. В Поволжье внесение в пахотные почвы полного минерального удобрения (NPK) и этого же удобрения в смеси с навозом вызывало общее двукратное возрастание численности панцирных клещей, но отдельные виды реагировали неодинаково [6, 7]. При раздельном внесении удобрений в Поволжье было установлено, что азот оказывает стимулирующее воздействие на все группы мелких сапрофагов, тогда как фосфор подавляет их численность, а лучше всего стимулировало развитие микроорганизмов и микроартропод внесение навозно-минеральных удобрений [1].

Сильные различия отмечены и в зависимости от характера полей: на полях под паром минеральные удобрения подавляют численность клещей, а под кукурузой – вызывают её возрастание [2]; эффект удобрений на орибатид зависит и от погодных условий [18]. Внесение в пахотные почвы Ростовской области России гранулированного суперфосфата подавляло численность орибатид под паром, а под пропашными культурами в течение вегетационного периода они остаются почти без изменения. Нитроаммофос оказывает стимулирующее действие на численность панцирных клещей под пропашными культурами уже через 2 месяца, достигая максимума весной следующего года [13].

Изучалось как влияние только минеральных удобрений [16], так и совместное действие минеральных удобрений с органическими [17, 21] и минеральных удобрений с инсектицидами [20]. При этом отмечается более благоприятное влияние на почвенную фауну смешанного удобрения (минерального и органического) в средних дозах; внесение же больших доз или недостаток минеральных удобрений в одинаковой мере понижает плотность заселения и число видов почвенных беспозвоночных [17].

По данным Н. М. Утробинной [17] отмечается положительное влияние азота на микрофауну почвы, а также сглаживание влияния полного минерального удобрения по сравнению с внесением отдельных элементов; фосфор оказывает отрицательное воздействие на микроартропод, понижая их численность, а внесение калия почти не влияет на комплекс почвенных беспозвоночных.

В работе С. А. Фирсовой [19] по исследованию влияния азотного, фосфорного, калийного и комплексного удобрений на территории Московской обл. отмечено значительное повышение численности орибатид, особенно при раздельном внесении азотного и фосфорного удобрений.

Г. Ю. Капин [10] изучал долговременное влияние различных систем удобрений (навоз, комплексное удобрение NPK, NPK и навоз) на комплекс микроартропод под овсом в Московской обл. Отмечены изменения как в видовом составе, так и в соотношении морфоэкологических форм. При внесении в почву навоза происходит смена доминантных видов по сравнению с контролем.

В. И. Блинников [4] исследовал влияние возрастающих доз (одинарной, двойной и тройной) полного минерального удобрения (NPK) на комплекс микроартропод пахотных почв. Установлено, что внесение в почву последовательно возрастающих доз полного минерального удобрения приводит к тому, что обилие доминирующих видов орибатид сначала снижается при внесении одинарной и двойной доз NPK, а более высокая доза удобрения (тройная) вновь увеличивает их долю в группировке.

Ф. Г. Гатилова [8] изучала влияние двух систем удобрений – минеральной (NPK) и органоминеральной (NPK и навоз). Отмечено, что внесение удобрений в 1,5-2 раза повышает численность панцирных клещей по сравнению с контролем. В первый год наблюдения под кукурузой обе системы удобрений повышают численность орибатид, но NPK оказывает большее воздействие. В следующем году положительное воздействие минеральной системы наблюдалось только при осеннем взятии проб, а весной и летом разница по влиянию двух систем удобрений на численность орибатид была незначительной.

Таким образом, имеющиеся литературные сведения, касающиеся влияния органических и минеральных удобрений на структуру сообществ почвенных микроартропод крайне неоднозначны и часто противоречивы. Поэтому для разрешения этой проблемы необходимы дальнейшие исследования, результаты которых смогут внести определённую ясность в данном вопросе.

Целью нашей работы являлось определение степени влияния органических и минеральных удобрений, вносимых под картофель, на структуру населения панцирных клещей. Это необходимо для внедрения экологически чистых технологий в сельское хозяйство, уменьшения степени отрицательного влияния сельскохозяйственной деятельности на окружающую среду.

Материал и методика исследований

Исследование влияния органических и минеральных удобрений на структуру населения панцирных клещей проводилось в 2007-2008 гг. в с. Ясеновое Красноармейского района Донецкой области. Изучалось влияние удобрений на структуру сообществ панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением фосфорного, калийного, азотного, комплексного и органического удобрений. Полученные результаты сравнивались с контролем – аналогичным участком без внесения удобрений.

Минеральные удобрения вносились из расчета 0,5 кг/15 м², согласно рекомендуемым дозам внесения удобрений под картофель: калийное – калий сернистоокислый, 45%; азотное – селитра аммиачная; фосфорное – суперфосфат гранулированный, 16%; комплексное – калий, селитра, суперфосфат. Органическое (навоз КРС) – из расчета 3 кг/10 м².

Общий объем обработанного материала – 126 почвенных проб объемом 250 см³, из которых было извлечено 2686 экз. взрослых панцирных клещей. В июле 2007 г. из 42 почвенных проб (по 7 проб с каждого из исследуемых участков) было извлечено 528 экз. взрослых панцирных клещей, относящихся к 12 видам. В мае 2008 г. из 42 почвенных проб – 1278 экз. взрослых панцирных клещей, определено 22 вида. В сентябре 2008 г. из 42 почвенных проб извлечено 880 экз. взрослых панцирных клещей, определено 26 видов.

Отбор проб проводился по общепринятой методике Е. М. Булановой-Захваткиной [5]. Выгонка клещей осуществлялась с помощью модифицированных термоэлектродов Тульгрена-Берлезе. Для анализа структуры доминирования орибатид принята система Г. Энгельманна [22], где E – эудоминант (>40%), D – доминант (12,5–39,9%), SD – субдоминант (4,0–12,4%), R – рецедент (1,3–3,9%), SR – субрецедент (<1,3%). Анализ распределения жизненных форм панцирных клещей проведен в соответствии с классификацией Д. А. Криволюцкого [12, 14].

Математическая обработка результатов проводилась на основе традиционных в почвенно-зоологической практике методов анализа синэкологических характеристик почвенного населения с помощью статистической программы "Stat-97", разработанной в MS Excel.

Результаты и обсуждение

Результаты исследований, проведенные в летний период 2007 г., представлены в табл. 1.

Максимум *средней плотности населения* орибатид (8170 экз./м²) отмечен на участке без внесения удобрений (контроле), минимум (2915 экз./м²) – на участке с внесением калийного удобрения. Максимальное *количество видов* (9) зарегистрировано в контроле, а минимальное (5) – на всех участках с внесением минеральных удобрений. На участке с органическим удобрением обнаружено 6 видов (рис. 1).

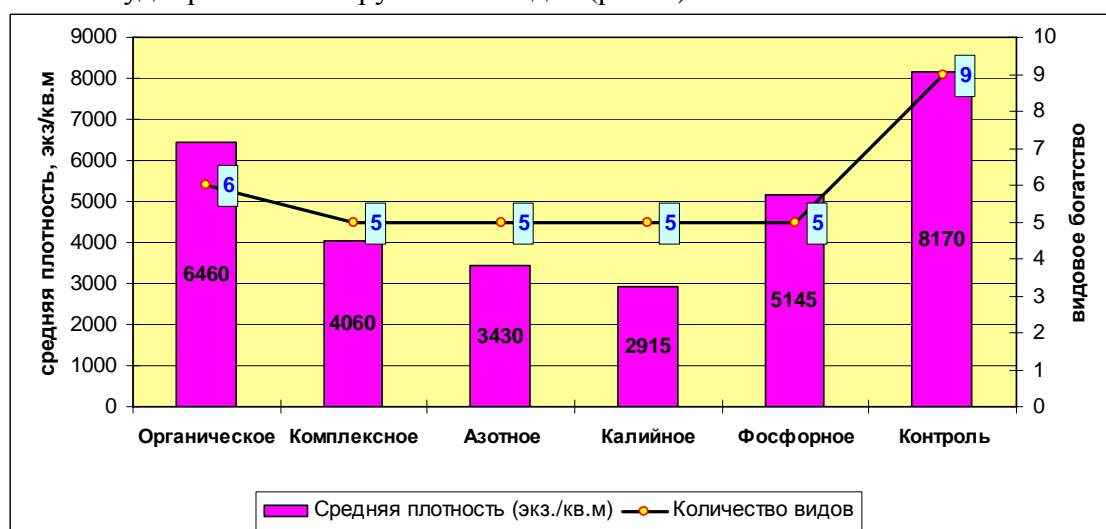


Рис. 1. Видовое богатство и средняя плотность населения панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (июль 2007 г.)

Таблица 1

Видовое богатство, численность, средняя плотность и индексы экологического разнообразия населения панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (июль 2007 г.)

Вид	Удобрения					
	Органическое	NPK	N	K	P	Контроль
1. <i>Multioppia glabra</i>	17 D	-	-	1 R	-	-
2. <i>Oppiella nova</i>	-	-	-	-	-	1 SR
3. <i>Micropia minus</i>	-	-	-	-	-	4 R
4. <i>Ramusella mihelcici</i>	41 D	-	3 SD	5 SD	2 R	6 SD
5. <i>Nellacarus caucasicus</i>	-	-	-	-	-	3 R
6. <i>Zygoribatula exarata</i>	1 SR	1 R	3 SD	11 D	5 SD	1 SR
7. <i>Ceratozetes minutissimus aff.</i>	23 D	3 SD	9 D	-	1 SR	4 R
8. <i>Ceratozetes sp.</i>	-	1 R	-	-	-	-
9. <i>Protoribates capucinus</i>	4 R	-	-	-	-	-
10. <i>Protoribates glaber</i>	-	63 E	38 E	29 E	76 E	121 E
11. <i>Protoribates monodactylus</i>	-	-	-	-	-	2 R
12. <i>Tectoribates ornatus</i>	27 D	3 SD	7 SD	5 SD	6 SD	1 SR
Численность (экз. в 7 пробах)	113	71	60	51	90	143
Количество видов	6	5	5	5	5	9
Средняя плотность (экз./м ²)	6460	4060	3430	2915	5145	8170
Индекс Шеннона (H')	1,479	0,494	1,124	1,184	0,618	0,719
Индекс Пиелу (e)	0,825	0,307	0,698	0,736	0,384	0,327
Индекс Симпсона (1/D)	4,041	1,269	2,311	2,651	1,393	1,393
Индекс Маргалефа (D _{Mg})	1,058	0,938	0,977	1,017	0,889	1,612
Индекс Менхиника (D _{Mn})	0,564	0,593	0,645	0,700	0,527	0,753
Индекс Бергера-Паркера (1/d)	2,755	1,127	1,580	1,757	1,185	1,182

Примечания:

1. N – азотное удобрение, P – фосфорное удобрение, K – калийное удобрение, NPK – комплексное удобрение;

2. E – эудоминант (>40%), D – доминант (12,5-39,9%), SD – субдоминант (4,0-12,4%), R – рецедент (1,3-3,9%), SR – субрецедент (<1,3%) [22];

3. **Полужирным** выделены максимальные значения индексов экологического разнообразия, *курсивом* – минимальные.

Анализируя **индексы экологического разнообразия** исследуемых сообществ панцирных клещей, следует отметить, что максимальное значение индекса Шеннона (1,479) наблюдалось на участке с органическим удобрением, минимальное значение (0,494) – на участке с внесением комплексного удобрения. Наибольшее значение индекса выравненности Пиелу (0,825) отмечено при внесении органического удобрения, минимальное (0,307) – на участке с комплексным удобрением. Что касается индекса Маргалефа, то его максимум (1,612) наблюдался в контроле, минимальное значение (0,889) – на участке с фосфорным удобрением. Максимальное значение индекса Менхиника (0,753) наблюдалось также в контроле, минимальное значение (0,527) – на участке с фосфорным удобрением. Максимальное значение индексов Симпсона (4,041) и Бергера-Паркера (2,755) отмечено на участке с внесением органического удобрения, минимальное (1,269 и 1,127 соответственно) – на участке с комплексным удобрением (см. табл. 1).

Из всех исследуемых минеральных удобрений наибольшее отрицательное влияние на экологическое разнообразие панцирных клещей оказывают комплексное и фосфорное удобрения. Внесение органического удобрения увеличивает экологическое разнообразие орибатид, хотя численность и видовое богатство здесь меньше по сравнению с контролем.

Анализ **структуры доминирования** исследуемых сообществ панцирных клещей (рис. 2) показал, что наиболее близки к контролю структуры доминирования орбитатид на участках с фосфорным и комплексным удобрениями – здесь доля эудоминанта *P. glaber* почти равна процентному соотношению на участке без внесения удобрений. Внесение азотного и калийного, наоборот, приводит к уменьшению доли этого вида в общей структуре доминирования. Наиболее отдалена от контроля структура доминирования на участке с внесением органического удобрения. Здесь отсутствует эудоминант остальных участков *P. glaber*, появляются четыре новых доминантных вида, процентное содержание которых в других вариантах опыта намного меньше. Влияние органического удобрения на структуру сообщества в данном случае можно назвать положительным, поскольку в этом варианте наблюдается выравнивание структуры доминирования.

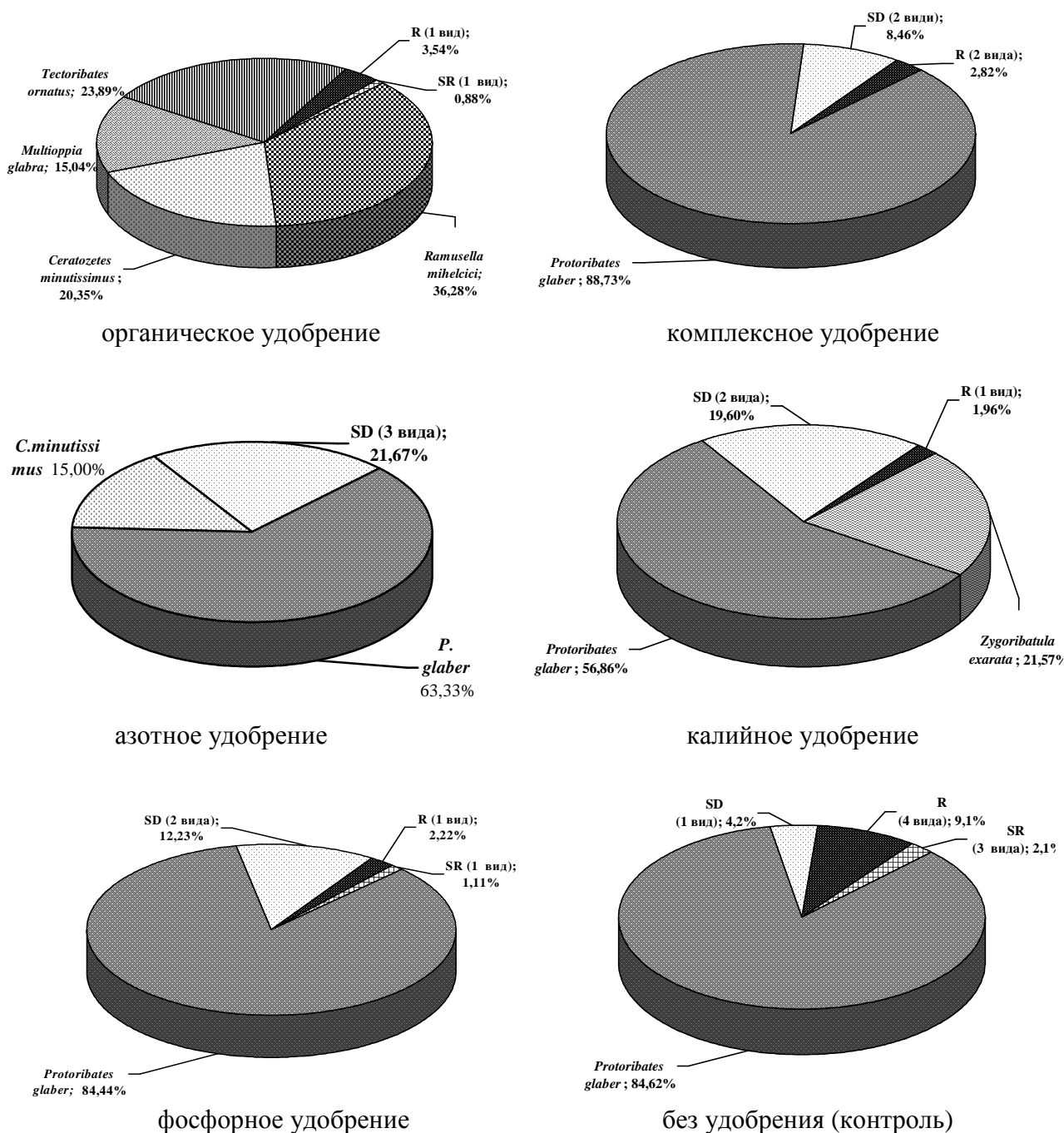


Рис. 2. Структура доминирования панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (июль 2007 г.)

Из 5 **жизненных форм** панцирных клещей на исследуемых участках встречаются только обитатели мелких почвенных скважин и неспециализированные формы, причем последние явно преобладают во всех вариантах опыта (от 90,1% в контроле до 100% на участке с комплексным удобрением), за исключением участка с органическим удобрением, где структура населения орибатид выравнивается по сравнению с контролем. Население участка с внесением комплексного удобрения представлено только неспециализированными формами (рис. 3). Наиболее близким к контрольному следует считать население панцирных клещей на участке с внесением калийного удобрения.

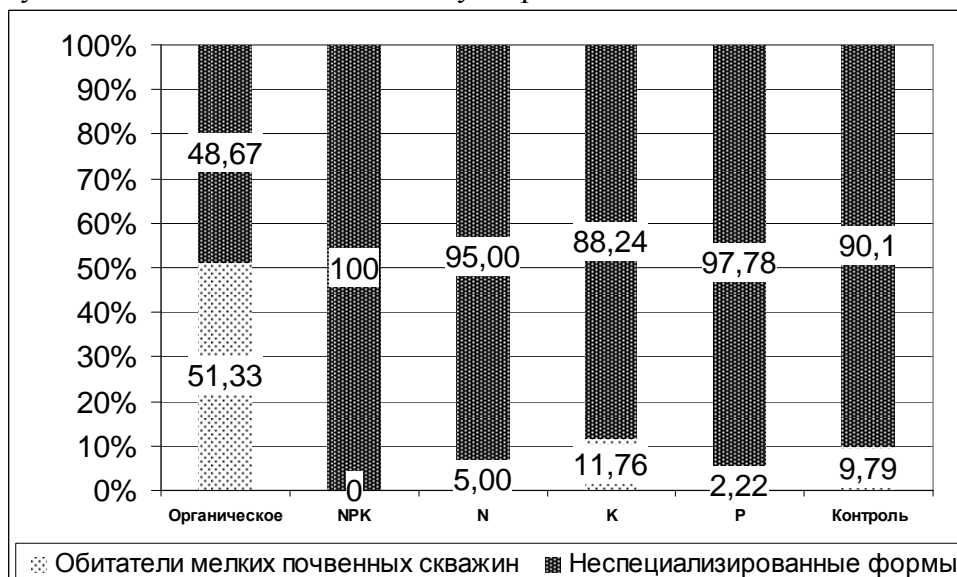


Рис. 3. Соотношение жизненных форм панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (июль 2007 г.)

Таким образом, проанализировав весь комплекс экологических характеристик сообществ панцирных клещей исследуемых участков, можно сделать общий вывод о том, что наибольшее отрицательное влияние на структуру сообществ орибатид оказывают фосфорное и комплексное удобрения. Внесение органического удобрения, наоборот, оказывает положительное влияние на население панцирных клещей, увеличивая экологическое разнообразие орибатид, выравнивая структуру доминирования сообщества и характер распределения жизненных форм.

Весной 2008 г. исследования были продолжены на тех же экспериментальных участках. Из 42 почвенных проб было извлечено 1278 экз. взрослых панцирных клещей. Определено 22 вида. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Таблица 2

Видовое богатство, численность, средняя плотность и индексы экологического разнообразия населения панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (май 2008 г.)

№	Вид	Удобрения					
		Органическое удобрение	Комплексное	Азотное	Калийное	Фосфорное	Контроль
1	<i>Hypochthonius luteus luteus</i>	1 SR	-	-	-	-	-
2	<i>Rhysotritia ardua affinis</i>	10 SD	-	-	-	-	1 SR
3	<i>Epylohmannia cylindrica</i>	15 SD	-	-	-	-	-
4	<i>Tectocephus velatus</i>	1 SR	-	-	1 SR	-	-
5	<i>Multioppia glabra</i>	12 SD	-	-	-	-	1 SR
6	<i>Multioppia laniseta</i>	28 D	10 SD	5 SD	16 SD	16 SD	32 SD
7	<i>Oppiella nova</i>	4 R	-	-	1 SR	-	-

№	Вид	Удобрения					
		Органическое удобрение	Комплексное	Азотное	Калийное	Фосфорное	Контроль
8	<i>Micropia minus</i>	-	-	-	1 SR	5 R	4 SR
9	<i>Ramusella mihelcici</i>	3R	1 SR	-	-	-	1 SR
10	<i>Oppia sp.</i>	-	-	-	-	-	2 SR
11	<i>Nellacarus caucasicus</i>	-	2 R	6 SD	13 SD	24 SD	3 SR
12	<i>Oribatula sp.</i>	3R	27 D	7 SD	27 SD	10 R	29 SD
13	<i>Zigoribatula concinna</i>	-	1 SR	-	-	-	-
14	<i>Zigoribatula terricola</i>	-	-	-	-	1 SR	1 SR
15	<i>Protoribates capucinus</i>	42D	-	-	-	2 SR	6 R
16	<i>Protoribates glaber</i>	-	60 E	54 E	173 E	212 E	107 D
17	<i>Protoribates monodactylus</i>	-	-	-	-	-	1 SR
18	<i>Protoribates vastus</i>	33D	-	-	2 SR	-	3 SR
19	<i>Ceratozetes minutissimus affinis</i>	-	6 SD	8 SD	36 D	33 SD	107 D
20	<i>Tectoribates ornatus</i>	4 R	10 SD	8 SD	10 R	11 R	22 SD
21	<i>Galumna minor</i>	1 SR	-	-	-	-	-
22	<i>Galumna sp.</i>	2 SR	-	-	-	-	-
Численность (экз. в 7 пробах)		159	117	88	280	314	320
Количество видов		14	8	6	10	9	15
Средняя плотность (экз./м ²)		9090	6690	5030	16000	17940	18290
Индекс Шеннона (H')		2,061	1,405	1,283	1,308	1,194	1,703
Индекс Пиелу (e)		0,781	0,675	0,716	0,568	0,543	0,629
Индекс Симпсона (1/D)		6,274	3,047	2,497	2,426	2,100	4,082
Индекс Маргалефа (D _{Mg})		2,565	1,470	1,117	1,597	1,391	2,427
Индекс Менхиника (D _{Mn})		1,110	0,740	0,640	0,598	0,508	0,839
Индекс Бергера-Паркера (1/d)		3,788	1,949	1,629	1,618	1,481	2,994

Примечание. (см. табл. 1).

Анализируя показатели *средней плотности* населения панцирных клещей (рис. 3), следует отметить, что в весенних пробах 2008 г. общая численность оribатид на участках, обработанных фосфорным и калийным удобрениями в 2-3 раза превышала аналогичные показатели на участках с азотным, комплексным и органическим удобрениями, а на участке с внесением фосфорного удобрения этот показатель почти равен контролю. Высокие показатели плотности обусловлены высокой степенью доминирования одного вида – *P. glaber*, для которого изменившиеся условия после внесения минеральных удобрений оказываются экологически выгодными, и он увеличивает свою численность на участках с фосфорным и калийным удобрениями (см. табл. 2).

Максимальное *видовое богатство* по сравнению с контролем, отмечено на участке с органическим удобрением (14 видов), а минимальное – в варианте с азотным (6). Несмотря на высокую численность оribатид на участках с калийным и фосфорным удобрениями, количество видов здесь, по сравнению с контролем, в 1,5 раза ниже. На участке с органическим удобрением этот показатель приближается к контролю (см. рис. 3).

Анализируя показатели *экологического разнообразия* панцирных клещей следует отметить, что максимальные значения по всем исследуемым индексам отмечены на участке с внесением органического удобрения, причем здесь они были даже выше, чем в контроле. Следовательно, внесение органического удобрения благоприятно сказывается на населении оribатид, повышая экологическое разнообразие даже по сравнению с контрольным участком. Что касается других удобрений, то минимальные значения по большинству индексов характерны для участка с внесением фосфорного удобрения. Несмотря на высокую численность оribатид на этом участке, экологическое разнообразие здесь минимальное (см. табл. 2).

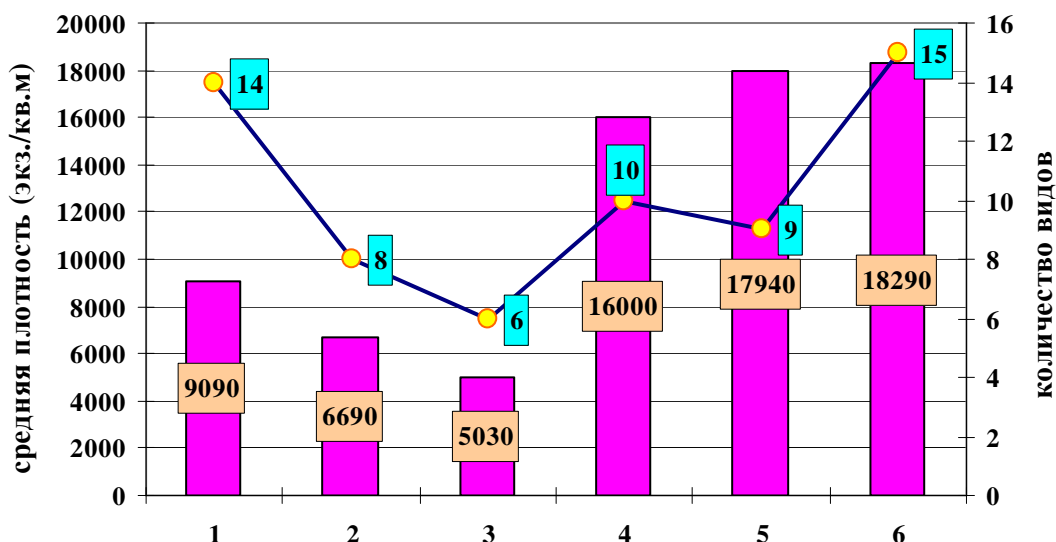


Рис. 3. Видовое богатство и средняя плотность населения панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического (1) и минеральных удобрений (2 – комплексное; 3 – азотное; 4 – калийное; 5 – фосфорное), 6 – контроль (май 2008 г.)

В **структуре доминирования** орибатид контрольного участка (рис. 4) отмечено преобладание двух доминирующих видов – *P. glaber* и *C. minutissimus aff.* (по 33,44%). На долю редких видов (рецендентов и субрецендентов) приходится 7,19% (10 видов).

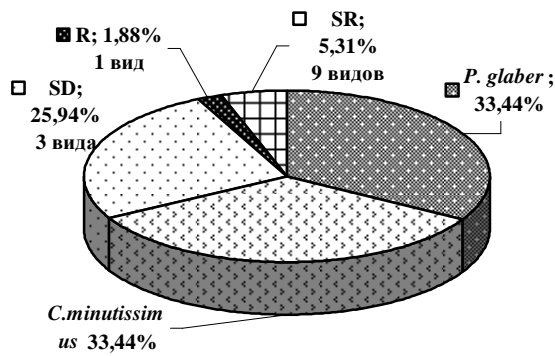
По сравнению с контролем, на участке с внесением органического удобрения отмечена полная смена доминирующих видов: *P. capucinus* (26,42%), *P. vastus* (20,75%), *M. laniseta* (17,61%). Возрастает до 12% доля 8 редких видов.

Участки с внесением минеральных удобрений отличаются сходной структурой, а именно: явное преобладание эудоминанта *P. glaber*, процентное соотношение которого варьирует от 51,28% на участке с комплексным удобрением до 67,52% на участке с фосфорным. Наблюдается снижение доли и количества редких видов (фосфорное, калийное и комплексное удобрения) или полное их отсутствие (азотное).

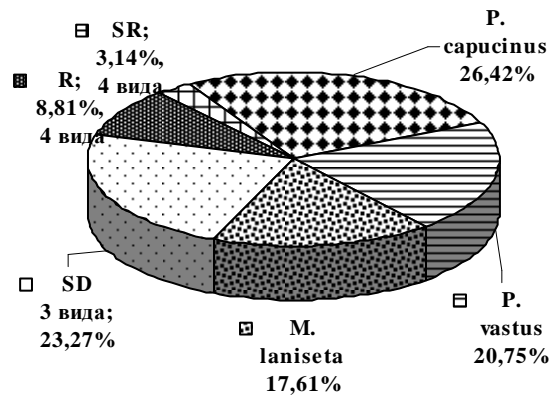
Таким образом, по сравнению с контролем на участках с внесением всех видов минеральных удобрений отмечено явное нарушение структуры доминирования, а внесение органического удобрения, наоборот, оказывает благоприятное воздействие на сообщество орибатид, выравнивая и изменяя структуру доминирования (происходит смена комплексов доминирующих и возрастает доля редких видов).

Распределение **жизненных форм** (рис. 5) на участках с внесением разных видов минеральных удобрений мало чем отличается от контрольного участка, а именно: наблюдается явное преобладание вторично неспециализированных форм, доля которых варьирует от 86% (в контроле) до 93% (на участке с фосфорным удобрением). На долю обитателей мелких почвенных скважин приходится от 6,59% (в варианте с фосфорным удобрением) до 13,44% (в контроле). Представители других жизненных форм практически отсутствуют.

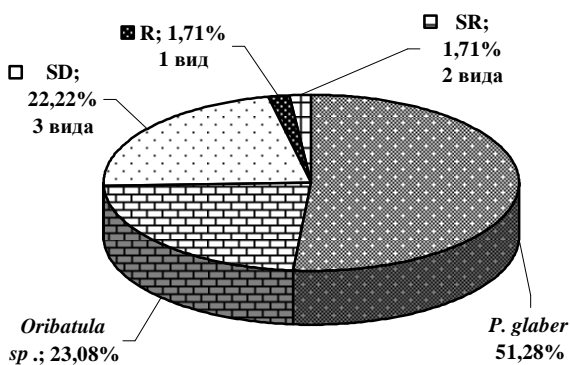
Внесение органического удобрения улучшает структуру распределения жизненных форм: появляются обитатели поверхности почвы, обитатели толщи подстилки, глубокопочвенные формы, первично неспециализированные формы. Увеличивается доля мелких скважников практически до 30% и уменьшается процентное соотношение вторично неспециализированных форм. Характер распределения жизненных форм орибатид исследуемых участков указывает на то, что внесение органических удобрений под картофель улучшает структуру сообщества панцирных клещей, увеличивая разнообразие жизненных форм и выравнивая их распределение (см. рис. 5).



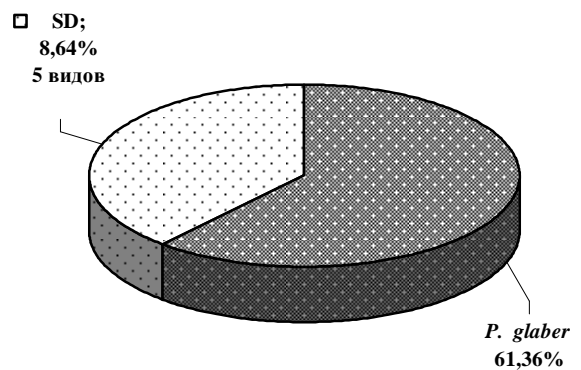
без удобрения (контроль)



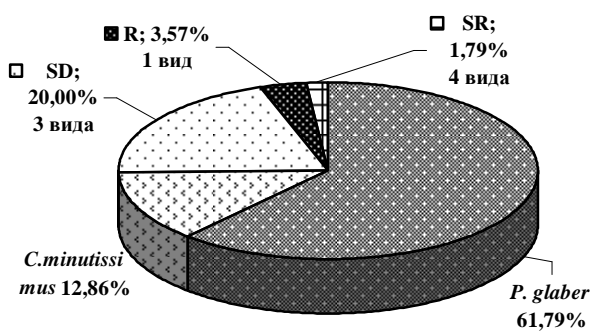
органическое удобрение



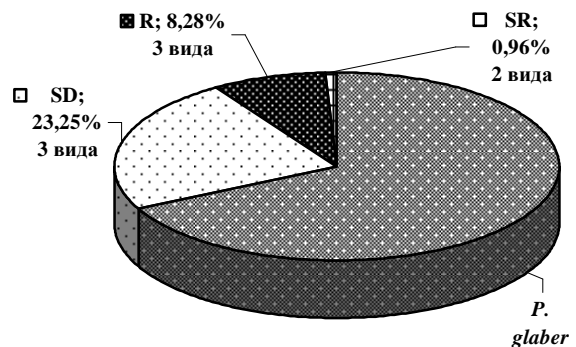
комплексное удобрение



азотное удобрение



калийное удобрение



фосфорное удобрение

Рис. 4. Структура доминирования панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (май 2008 г.)

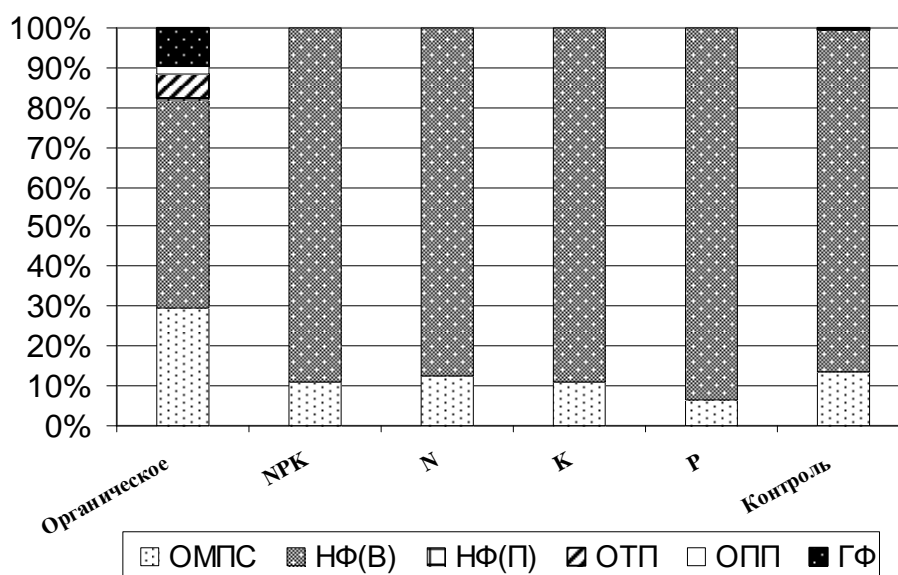


Рис. 5. Соотношение жизненных форм панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (май 2008 г.): ОМПС – обитатели мелких почвенных скважин; НФ(В) – вторично неспециализированные формы; НФ(П) – первично неспециализированные формы; ОТП – обитатели толщи подстилки; ОПП – обитатели поверхности почвы; ГФ – глубокопочвенные формы

Осенью 2008 г., через 3,5 месяца после весеннего внесения удобрений, были проведены повторные исследования. Из 42 почвенных проб извлечено 880 экз. взрослых панцирных клещей, которые отнесены к 26 видам. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

Видовое богатство, численность, средняя плотность и индексы экологического разнообразия населения панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (сентябрь 2008 г.)

№	Вид	Удобрения					
		Органическое	Комплексное	Азотное	Калийное	Фосфорное	Контроль
1	<i>Hypochthonius luteus luteus</i>	-	-	-	-	-	1 SR
3	<i>Rhysotridia ardua affinis</i>	1 SR	-	1 R	-	-	6 SD
4	<i>Epylohmania cylindrica</i>	-	-	-	-	1 SR	-
5	<i>Tectocepheus velatus</i>	-	1 R	-	-	1 SR	2 R
8	<i>Multioppia glabra</i>	47 D	-	-	-	-	2 R
9	<i>Multioppia laniseta</i>	5 R	1 R	1 R	4 SD	11 SR	6 SD
7	<i>Micropia minus</i>	-	3 SD	-	-	1 SR	6 SD
6	<i>Medioppia obsoleta</i>	1 SR	-	-	-	-	2 R
11	<i>Ramusella clavipectinata</i>	2 SR	-	-	-	2 SR	7 SD
12	<i>Ramusella mihelcici</i>	14 SD	-	-	-	2 SR	-
10	<i>Oppia sp.</i>	1 SR	1 R	-	-	-	-
13	<i>Suctobelbella subtrigona</i>	6 R	-	-	-	-	-
14	<i>Suctobelbella sp.</i>	-	-	-	-	-	4 R
2	<i>Nellacarus caucasicus</i>	-	-	-	1 R	1 SR	-
15	<i>Oribatula sp.</i>	15 SD	3 SD	-	2 SD	33 SD	10 SD
16	<i>Zigoribatula concinna</i>	1 SR	-	-	-	-	-
17	<i>Zygoribatula frisiae</i>	2 SR	-	-	-	-	1 SR

№	Вид	Удобрения					
		Органическое	Комплексное	Азотное	Калийное	Фосфорное	Контроль
18	<i>Zygoribatula sp.</i>	1 SR	-	-	-	-	-
19	<i>Protoribates capucinus</i>	3 SR	-	1 R	-	-	-
20	<i>Protoribates glaber</i>	-	12 D	3 SD	8 D	350 E	16 SD
21	<i>Protoribates vastus</i>	51 D	6 D	15 E	11 D	18 R	32 D
22	<i>Ceratozetes minutissimus aff.</i>	16 SD	7 D	6 D	8 D	14 R	18 D
23	<i>Chamobates cuspidatus</i>	1 SR	-	-	-	1 SR	-
24	<i>Tectoribates ornatus</i>	10 SD	11 D	-	2 SD	25 SD	18 D
25	<i>Galumna flagellata</i>	-	-	-	-	1 SR	-
26	<i>Pilogalumna allifera</i>	-	-	-	-	1 SR	-
Численность (экз. в 7 пробах)		177	45	27	39	462	130
Количество видов		17	9	6	8	15	15
Средняя плотность (экз./м ²)		10114	2570	1543	2230	26400	7430
Индекс Шеннона (H')		2,061	1,870	1,271	1,84	1,005	2,279
Индекс Пиелу (e)		0,851	0,728	0,709	0,88	0,381	0,841
Индекс Симпсона (1/D)		5,670	6,074	2,854	6,07	1,705	8,055
Индекс Маргалефа (D _{Mg})		3,091	2,102	1,517	1,91	2,120	2,876
Индекс Менхиника (D _{Mn})		1,342	1,278	1,155	1,28	0,652	1,316
Индекс Бергера-Паркера (1/d)		3,472	3,745	1,799	3,55	1,318	4,065

Примечание. (см. табл. 1).

По сравнению с весенним периодом *средняя плотность* населения орибатид на участке с фосфорным удобрением еще более возрастает (почти в 1,5 раза). В контроле и на других участках с внесением минеральных удобрений численность клещей уменьшается: в контроле – более чем в 2 раза, в вариантах с азотным и комплексным удобрениями – почти в 3, а на участке с калийным удобрением – почти в 7 раз. На этом фоне аномальным кажется резкое возрастание численности орибатид на участке с фосфорным удобрением. Это, в первую очередь, связано с увеличением количества особей вида *P. glaber* (350 экз. в 7 пробах по сравнению с 16 экз. в контроле).

По *видовому богатству* участок с фосфорным удобрением сравнивается с контролем (по 15 видов). На участке с органическим удобрением количество видов несколько выше (возрастает до 17). Видовое богатство других участков с внесением минеральных удобрений практически не изменилось и находится в пределах 6-9 видов. При этом минимальный показатель (6 видов) отмечен в варианте с азотным удобрением (рис. 6).

Наиболее высокая степень *экологического разнообразия* орибатид, как и в весенний период, отмечена на участке с внесением органического удобрения (максимумы индексов Пиелу, Маргалефа и Менхиника) и в контроле (максимумы индексов Шеннона, Симпсона и Бергера-Паркера). Минимальные значения, как и весной, характерны для участка с внесением фосфорного удобрения практически по всем индексам, кроме индекса Маргалефа (см. табл. 3).

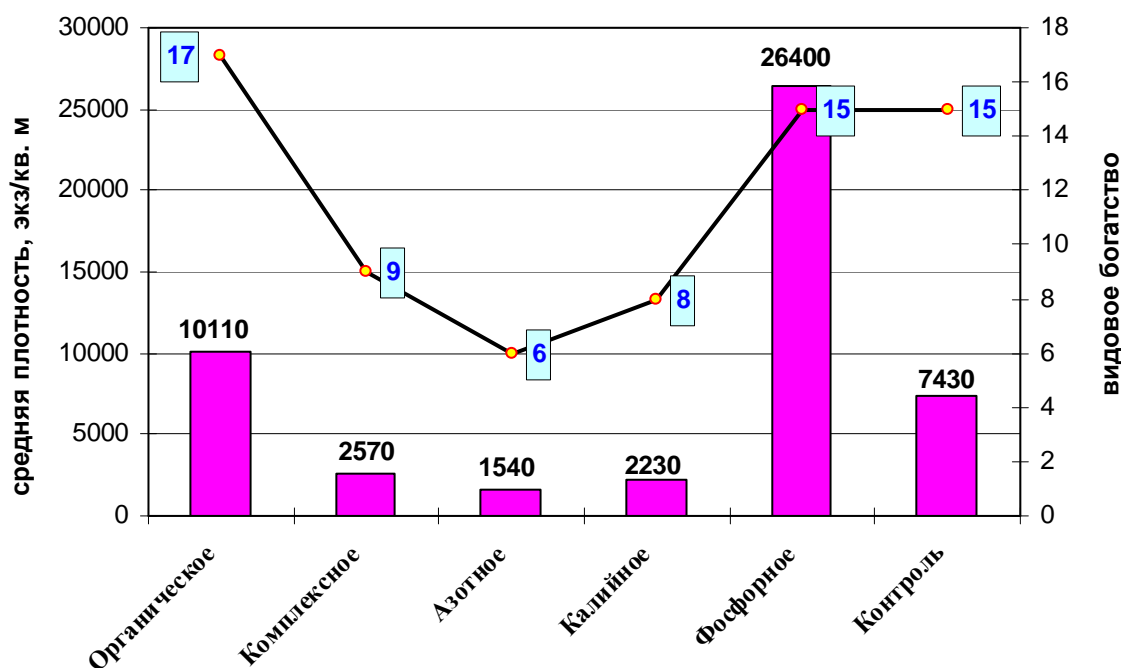


Рис. 6. Видовое богатство и средняя плотность населения панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (сентябрь 2008 г.)

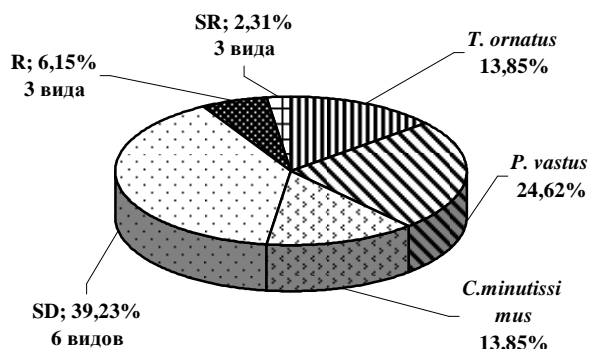
По сравнению с весенним периодом в *структуре доминирования* орибатид (рис. 7) контрольного участка происходит снижение доли вида *C. minutissimus aff.* почти в 3 раза, появляются новые доминанты *P. vastus* (24,62%) и *T. ornatus* (13,85%), а *P. glaber*, доминирующий весной, переходит в разряд субдоминантов. До 6 снижается количество редких видов, однако их доля остается на том же уровне. Уменьшается количество и доля субдоминантов (почти до 40%). Таким образом, по сравнению с весенним периодом, структура доминирования осенью становится более выровненной.

На участке с внесением органического удобрения происходит смена доминантов, виды *M. laniseta* и *P. capucinus* переходят в разряд редких, а доминантным становится *M. glabra* (26,55%). Процентное соотношение второго доминанта *P. vastus* возрастает с 20,75 до 28,81%. Возрастает количество и доля редких видов (11 видов, 13,55%), а также субдоминантов (до 31%). Несмотря на то, что здесь всего два доминантных вида, структуру можно считать более выровненной и близкой к контролю, а по показателю "редкие виды" – даже превышающей контроль.

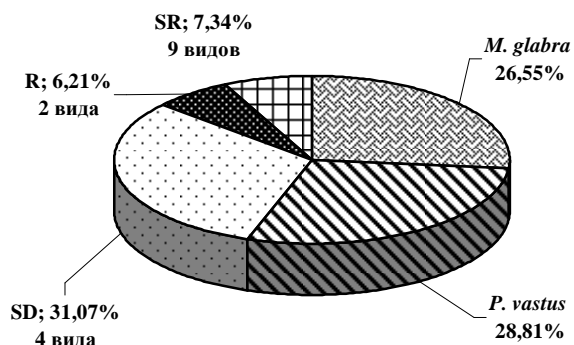
Что касается участков с внесением минеральных удобрений, то структура доминирования здесь аналогична весенней. Отличия наблюдаются лишь на участке с фосфорным удобрением. Здесь, как и весной, доминирует вид *P. glaber*, причем его доля возрастает до 75,76%. Однако по сравнению с весенним периодом увеличивается количество и доля редких видов (до 12 видов, 11,69%), в 2 раза снижается процентное соотношение субдоминантов.

На участках с азотным, калийным и фосфорным удобрениями появляются новые доминирующие виды. Так, на участке с калийным удобрением преобладают *P. vastus* (28,21%) и *C. minutissimus aff.* (20,51%), при этом доля *P. glaber* снижается до 21,51% (в весенний период – 61,19%). Следует отметить, что полностью исчезает группа субрецидентов.

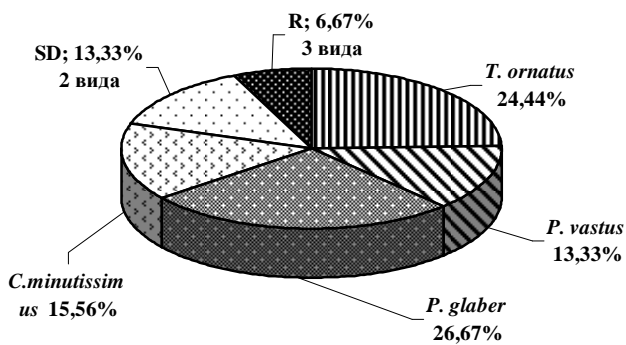
На участке с комплексным удобрением доля *P. glaber* снижается с 51,28% (весна) до 26,67% (осень). Исчезает доминант весеннего периода *Oribatula sp.*, а его место занимают *T. ornatus* (24,44%), *C. minutissimus aff.* (15,56%) и *P. vastus* (13,33%), т.е. структура доминирования осенью становится более выровненной и близкой к контролю (см. рис. 7).



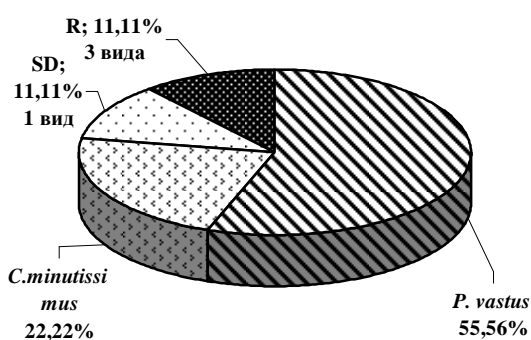
без удобрения (контроль)



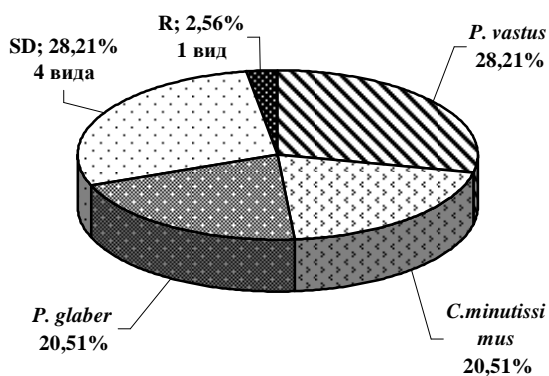
органическое удобрение



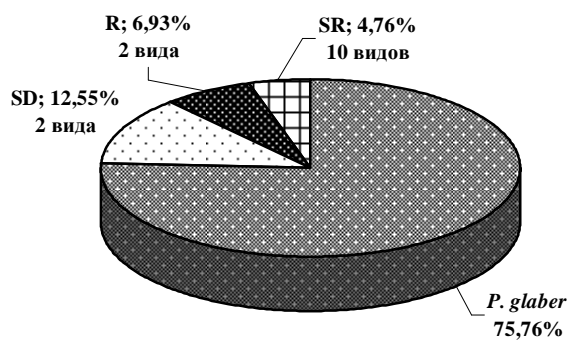
комплексное удобрение



азотное удобрение



калийное удобрение



фосфорное удобрение

Рис. 7. Структура доминирования панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (сентябрь 2008 г.)

По сравнению с весенним периодом в соотношении *жизненных форм* орибатид исследуемых участков происходит изменение структуры сообществ, хотя основная тенденция прослеживается та же: на всех участках явно преобладают представители вторично неспециализированных форм (рис. 8).

На участке с азотным удобрением появляются обитатели толщи подстилки, а на участке с фосфорным – обитатели поверхности почвы и глубокопочвенные формы, хотя здесь они составляют лишь доли процента.

Несколько возрастает вклад обитателей мелких почвенных скважин на участке с калийным удобрением. В вариантах с комплексным, азотным и фосфорным удобрениями их доля остается на том же уровне, что и в весенний период.

Контрольный участок мало чем отличается от весеннего (см. рис. 5 и 8).

На участке с внесением органического удобрения возрастает доля скважников и, по сравнению с весенним периодом, снижается общее разнообразие жизненных форм, остаются лишь единичные обитатели толщи подстилки. Происходит выравнивание доли обитателей мелких почвенных скважин и вторично неспециализированных форм (см. рис. 8).

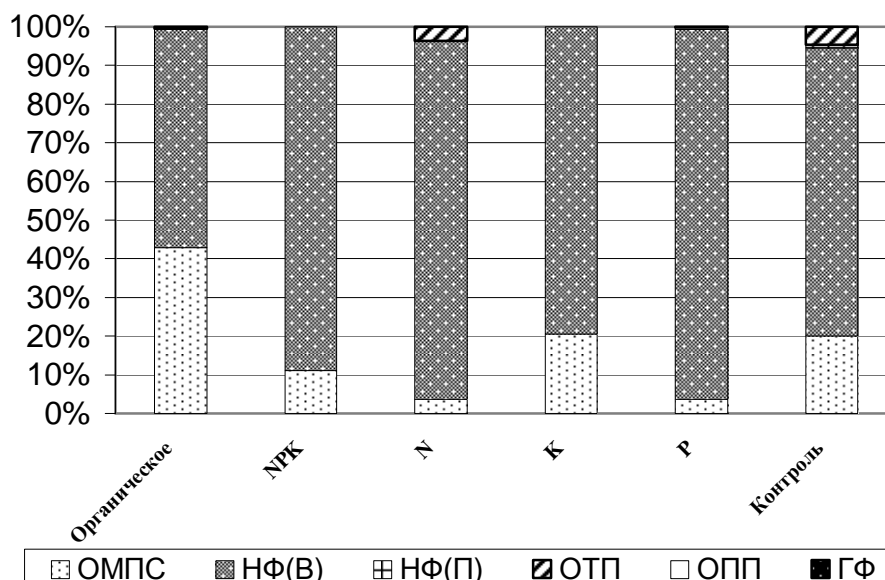


Рис. 8. Соотношение жизненных форм панцирных клещей в почве под картофелем на участках с внесением органического и минеральных удобрений (сентябрь 2008 г.): ОМПС – обитатели мелких почвенных скважин; НФ(В) – вторично неспециализированные формы; НФ(П) – первично неспециализированные формы; ОТП – обитатели толщи подстилки; ОПП – обитатели поверхности почвы; ГФ – глубокопочвенные формы

Выводы

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что внесение органического удобрения оказывает положительное влияние на структуру сообщества панцирных клещей, улучшая и превышая практически все показатели (среднюю плотность населения, видовое богатство, экологическое разнообразие), выравнивая структуру доминирования, увеличивая разнообразие жизненных форм и выравнивая их распределение, по сравнению с контролем.

Внесение азотного, калийного и комплексного (NPK) удобрений нарушают структуру сообщества, а внесение фосфорного удобрения приводит к наибольшему дисбалансу в ней. Даже через 3,5 месяца после внесения минеральных удобрений комплексы орибатид остаются разбалансированными и отличаются от населения контрольного участка.

По степени воздействия можно расположить исследуемые виды удобрений в порядке уменьшения степени их отрицательного влияния на структуру сообщества панцирных клещей следующим образом: фосфорное, комплексное, азотное и калийное, органическое.

Основываясь на результатах наших исследований, для внедрения более экологически чистых технологий в сельское хозяйство, рекомендуем более интенсивное применение органических удобрений, которые оказывают наиболее благоприятное воздействие на экологическую структуру сообществ почвообитающих оribатид и способствуют улучшению процесса почвообразования.

Список литературы

1. Алейникова М. М. О путях поддержания высокой биологической активности почв в агробиоценозах // Проблемы почвенной зоологии. – М.: Наука, 1972. – С. 9-10.
2. Артемьева Т. И. Влияние удобрений на почвенную фауну паровых полей // Животное население почв и агробиоценозов и его изменение под влиянием с/х производства. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1969. – С. 106-125.
3. Артемьева Т. И., Гатилова Ф. Г. Влияние удобрений на почвенную фауну в полях севооборотов // Вопросы генезиса и рационального использования почв и удобрений. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1968. – С. 149-152.
4. Блинников В. И. Влияние возрастающих доз полного минерального удобрения на комплекс микроартропод пахотных почв с различной степенью оподзоленности // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. – М.: Наука, 1983. – С. 176-185.
5. Буланова-Захваткина Е. М. Панцирные клещи – оribатиды. – М.: Высш. шк., 1967. – 254 с.
6. Гатилова Ф. Г. Изменение численности и видового состава панцирных клещей под воздействием удобрений // Животное население почв и агробиоценозов и его изменение под влиянием с/х производства. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1969. – С. 134-145.
7. Гатилова Ф. Г. Изменение численности и видового состава панцирных клещей под влиянием навоза // Проблемы почвенной зоологии. – Вильнюс, 1975 а. – С. 114-115.
8. Гатилова Ф. Г. Влияние удобрений на фауну и численность панцирных клещей в почве под кукурузой // Проблемы почвенной зоологии. – Вильнюс, 1975 б. – С. 136-139.
9. Желева М. Влияние на различные методы на обработка на почвата с одновременно торене с повишени дози органични и минаральнойн торове вверху почвените акари-оribатеи. – София: Годишник Софийского ун-та, 1973. – 65, № 1. – П. 23-26.
10. Капин Г. Ю. Влияние органических и минеральных удобрений на микроартропод пахотных почв // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. – М.: Наука, 1983. – С. 172-176.
11. Кипенварлиц А. Ф. К вопросу о влиянии извести и удобрений на почвенную фауну // Pedobiologia. – 1964. – Bd. 3, h. 4. – S. 274-285.
12. Криволицкий Д. А. Морфо-экологические типы панцирных клещей (Acariformes, Oribatei) // Зоол. журн. – 1965. – Т. 44, вып. 8. – С. 1176-1189.
13. Криволицкий Д. А., Казадаев А. А., Пономаренко А. В. Влияние хозяйственной деятельности человека на комплексы панцирных клещей // Вестн. зоол. – 1977. – № 6. – С. 7-12.
14. Панцирные клещи: морфология, развитие, филогения, экология, методы, исследования, характеристика модельного вида *Nothrus palustris* C. L. Koch, 1839 / Д. А. Криволицкий, Ф. Лебрен, М. Кунст и др. / Под ред. Д. А. Криволицкого. – М.: Наука, 1995. – 224 с.
15. Сукацкене И. К. Влияние известкования и удобрений на численность коллембол в дерново-подзолистой почве // Мат. III Всесоюз. совещ. по проблемам почвенной зоологии. – М.: Наука, 1969. – С. 162-163.

16. Утробина Н. М. Влияние минеральных удобрений на численность микроартропод под кукурузой // Животное население почв агробиоценозов и его изменение под влиянием сельскохозяйственного производства. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1969. – С. 146-147.

17. Утробина Н. М. Изменение численности вредной и полезной фауны по разным фонам удобрений // Наука – сельскохозяйственному производству. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1974. – С. 91-97.

18. Утробина Н. М., Капитонов А. А. Реакция почвенных беспозвоночных на внесение мин. удобрений в почву // Проблемы почвенной зоологии. – М.: Наука, 1969. – С. 177-178.

19. Фирсова С. А. Влияние минеральных удобрений при раздельном и комплексном внесении на комплекс микроартропод // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. – М.: Наука, 1983. – С. 168-172.

20. Халидов А. Б., Гатилова Ф. Г., Самосова С. М. Влияние инсектицидов на почвенный ярус биоценоза свекловичного поля // Мат. по фауне и экологии почвообитающих беспозвоночных. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1968. – С. 141-161.

21. Эйтминавичуте И. С. Влияние известкования и удобрений на численность оribатид в дерново-подзолистой почве // Проблемы почвенной зоологии. – М.: Наука, 1969. – С. 202-203.

22. Engelmann H.-D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenartropoden // Pedobiologia. – 1978. – Bd. 18, Hf. 5/6. – S. 378-380.

23. Kovačević Z. Znacaj zemljišne faune u lucerristma stepskog rajona u Hrvatskoj // Zemled. i biljka. – 1967. – 16, N 1-3. – S. 237-245.

Штірц А. Д., Гураль Ю. О. Вплив органічних і мінеральних добрив на структуру угруповань панцирних кліщів. – Проведено дослідження із впливу органічного (гній) і мінеральних (азотне, калійне, фосфорне і комплексне) добрив, внесених під картоплю, на структуру населення оribатид. Установлено, що внесення органічного добрива сприятливо впливає на структуру угруповань панцирних кліщів, поліпшуючи й перевищуючи практично всі показники порівняно з контролем. Внесення азотного, калійного й комплексного добрив порушують структуру угруповань, а внесення фосфорного добрива призводить до найбільшого дисбалансу в ній.

Ключові слова: панцирні кліщі, оribатиди, органічні й мінеральні добрива, структура угруповань.

Shtirts A. D., Gural Yu. A. Effects of organic and mineral fertilizers to structure of communities of oribatid mites. – The studies on effects of organic (dung) and mineral (azotic, potassium, phosphoric and complex) fertilizers imported under a potatoes, to structure of the population of oribatid mites, are conducted. It is established that the depositing of organic fertilizer renders positive effect to the structure of community of oribatid mites, meliorating and exceeding practically all indicators comparing with the control. Depositing of azotic, potassium and complex fertilizers disturbs the structure of community, while depositing of phosphoric fertilizer results in the greatest unbalance in this structure.

Key words: oribatid mites, organic and mineral fertilizers, structure of communities.