

8. Белюченко И.С. Взаимосвязь мезофауны и микроценозов с основными составляющими аграрных ландшафтов // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2018. – Т.14. – № 3. – С. 30-39.
9. Возняковская Ю.М. Микрофлора растений и урожай. – Л.: Колос, 1969. – 240 с.
10. Добровольская Т.Г. Структура бактериальных сообществ почв. – М.: Академкнига, 2002. – 282 с.
11. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология. – М.: Дрофа, 2005. – 445 с.
12. Феоктистова К.В., Марданова А.М., Хадиева Г.Ф.. Ризосферные бактерии // Ученые записки Казанского университета. – 2016. – Т.158. – Кн. 2. – С. 207-224.

13. Ерина Н.В., Контева Т.С. Микробные сообщества филлосферы некоторых растений семейства *Grossulariaceae* // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 110. – С. 660-671.
14. Гузев В.С. Изменчивость микробной системы почвы при антропогенных воздействиях: Тезисы докладов 3-й Всесоюзной науч. конф. Москва, 23-25 декабря 1986 г. – М.: МГУ, 1986. – С. 19.
15. Федорова Л.В. Закономерности годовых изменений микробного комплекса в почве под крупнотравьем // Эколого-фенологические исследования в Сахалинской области. – Владивосток, 1984. – С. 95-111.
16. Самутенко Л.В. Оценка средообразующей роли овощных, картофельных и травяных агроценозов в условиях Сахалина // Плодородие. – 2009. – № 3. – С. 45-46.

RHIZOSPHERE MICROFLORA OF AGROMEADOW-SODDI SOIL OF SAKHALIN ISLAND WHEN ALTERNATING CROPS IN THE GRASS-ROW CROP ROTATION

**Fedorova L. V., senior research, Slavkina V. P., senior research, Samutenko L. V., leading researcher, Cand. of Agric. Sc., Sakhalin Scientific Research Institute of Agriculture, 693022, Yuzhno-Sakhalinsk, per. Gorky, 22
E-mail: lyubiva_1953@mail.ru**

Stationary observations of the dynamics of the microflora of the island agromeadow-soddi soil during the row crop rotation period (5 years) allowed us to obtain information about the quantitative changes in different groups of microorganisms caused by the summer-autumn seasonality, the change of crops (potatoes, legume-cereal mixtures, winter rye, fodder root crops) in the crop rotation and the peculiarities of their influence on the soil microflora. The obtained data on the microbial population of the root system of plants and the rhizosphere with the identification of the predominant groups (ammonifiers, pedotrophs, oligonitrophils) and their main representatives make it possible to assess the influence of crop rotation on soil fertility from a microbiological standpoint in the conditions of island farming. They serve as a starting point for the search for technological methods of creating microbiological processes that are most favorable for soil and plants.

Key words: microflora, seasonal changes, crop rotation, soil, rhizosphere, rhizosphere.

УДК: 631.5 : 633.16 : 581.55 (571.13)

DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.17

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ЗАСОРЁННОСТЬ И БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВОМ ЯЧМЕНЯ

**Л.В. Юшкевич, д.с.-х.н., Н.Н. Шулико, к.с.-х.н., О.Ф. Хамова, к.б.н., Е.В. Тукмачева, к.б.н., ФГБНУ «Омский АНЦ»
644012, Россия, г. Омск, пр-т Королева, 26, shuliko-n@mail.ru**

Стационарные исследования проведены в лесостепи Омской области в зернопаровом севообороте на замыкающей культуре – ячмене в 2004-2018 г., урожайность зерна ячменя приведена с 1988 г. Опыт двухфакторный. Изучали засоренность посевов ячменя в зависимости от системы обработки почвы различной интенсивности воздействия на верхний слой почвы (от отвальной до минимально-нулевой) и применения средств интенсификации. Установлено, что наибольшая засоренность ячменя, как по численности, так и по биомассе (в среднем 555 г/м² – 30,6%) отмечена на минимальной системе обработки почвы. Относительная прибавка зерна ячменя от длительного применения гербицидов достигала 0,85 т/га (53,3%). В вариантах комплексного применения средств химизации биомасса ячменя увеличилась на 2055 г/м² (2,6 раза) при снижении засорённости посевов до 12,4% и существенном повышении урожайности до 3,5 т/га. При применении средств интенсификации угнетения численности агрономически важных групп микроорганизмов не выявлено, что свидетельствует о стабильной экологической ситуации в агрофитоценозе.

Ключевые слова: урожайность, агрофитоценоз, ячмень, севооборот, засорённость, система обработки почвы, средства химизации, гербициды, биологическая активность почвы.

Для цитирования: Юшкевич Л.В., Шулико Н.Н., Хамова О.Ф., Тукмачева Е.В. Влияние средств химизации на засорённость и биологическую активность почвы под посевом ячменя // Плодородие. – 2021. – №6. – С. 62-65.
DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.17.

В Российской Федерации посевы ячменя занимают более 8 млн га, или до 20% площади зерновых культур, в Западной Сибири – 1,3 млн га. В сложных почвенно-климатических условиях Омской области ячмень, в основном селекции СибНИИСХ, занимает второе место после яровой мягкой пшеницы – 353 тыс. га, в том числе в южной лесостепи – 130 тыс. га (37%), причём до 40% посевов это пивоваренные сорта [1, 2].

Яровой ячмень – наиболее ценная продовольственная и техническая культура, однако в Сибири его производится почти в 2,5 раза меньше необходимой потребности в связи с недостаточной площадью посевов и низкой продуктивностью – до 1,60-1,80 т/га. Основные причины – преобладание экстенсивных агротехнологий, критически низкое внесение минеральных удобрений (до 10-12 кг д.в/га), повышенная засоренность и инфицированность агрофитоценоза. По оценкам

СТАЗР, из-за повышенной засоренности Западно-Сибирский регион ежегодно недополучает более 3 млн т зерна, Омская область – около 500 тыс. т [3-6].

Внесение удобрений, а также применение пестицидов вызывает опасность ухудшения экологического состояния почв. Установление закономерностей изменения микробиологических показателей при длительном применении энергосберегающих обработок черноземных почв в условиях интенсификации земледелия – необходимая предпосылка теоретического обоснования рациональных приёмов обработки и изменения её экологического состояния [7].

Цель исследований – определить влияние применения средств химизации при различных обработках на засорённость агрофитоценоза ячменя и экологическое состояние лугово-черноземной почвы в лесостепи Западной Сибири.

Методика. Длительные стационарные опыты заложены в лесостепи Омской области, исследования проводили в зернопаровом (пар-пшеница-пшеница-ячмень) севообороте в 2004-2019 г. Урожайность ячменя приведена с 1988 г. (33 года). Почва лугово-черноземная с содержанием гумуса 7-8%.

Двухфакторный опыт включал: фактор А – система обработки почвы в севообороте: отвальная (вспашка на глубину 20-22 см ежегодно под все культуры); комбинированная (вспашка в паровом поле и под третью пшеницу после пара плоскорезная на глубину 10-14 см под вторую пшеницу после пара и ячмень); минималь-

но-нулевая (в паровом поле – летняя культивация на глубину до 10 см, в остальных полях – без осенней обработки).

Фактор В – средства химизации включали шесть вариантов с контролем и комплексным применением (гербициды + удобрения + фунгициды + рентарданты). Сорта ячменя Омский 90, Беатрис, Саша высевали 20-25 мая с нормой посева 4,5 млн всхожих зерен на 1 га. Посев проводили СЗ-3,6, с 2012 г. – ПК «Selford». Уборка однофазная «Sampro 130» с оставлением измельченной соломы на поле. Площадь делянки первого порядка 2700 м², второго – 450 м², учетная – 35 м². Повторность – 4-кратная.

Исследования по определению биологической активности почвы проводили в длительном стационарном зернопаровом севообороте лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий Омского АНЦ в течение 2018-2019 г. общепринятыми стандартными методами [8].

В почвенно-климатической зоне проведения исследований вегетационный период составляет 160-165 сут, сумма активных температур более 10⁰ С – 2000-2100⁰С, количество осадков – 370-400 мм, в том числе за вегетацию – 180-210 мм, коэффициент увлажнения – 0,51-0,60, ГТК-1,10.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что система обработки почвы и систематическое применение средств химизации в зернопаровом севообороте оказали заметное влияние на степень и видовой состав сорного компонента в агрофитоценозе ячменя (табл. 1).

1. Зависимость засорённости посевов ячменя от системы обработки почвы и применения средств химизации (среднее за 2004-2018 г.)

Система обработки почвы (А)	Уровень химизации (В)								Среднее по А	
	Контроль		Гербициды		Удобрения		Комплексная химизация			
	г/м ²	от био- массы, %	г/м ²	от биомас- сы, %	г/м ²	от биомас- сы, %	г/м ²	от биомассы, %	г/м ²	от био- массы, %
Отвальная	594	38,5	281	14,5	663	28,7	222	9,0	440	22,7
Комбинированная	616	41,8	277	14,3	660	30,8	253	10,3	452	24,3
Плоскорезная	557	47,2	361	19,1	816	38,9	312	13,8	512	29,8
Минимально-нулевая	634	45,1	412	24,2	818	36,7	357	16,4	555	30,6
Среднее по В	600	43,2	332	18,0	739	33,8	286	12,4		

Выявлена устойчивая зависимость нарастания засоренности посевов ячменя от отвальной к минимально-нулевой системе обработки почвы, как по биомассе сорного компонента в посевах (в среднем до 555 г/м²), так и по удельному весу в агрофитоценозе (до 30,6%), или в 1,3 раза. При существенном снижении степени засоренности посевов ячменя в варианте комплексного

применения средств химизации в 3,5 раза – до 12,4%. Закономерность нарастания засоренности посевов ячменя к минимальной обработке сохранялась, что оказало существенное влияние на продуктивность культуры.

Анализ степени засоренности и состава сорных растений по основным видам показал, что в агрофитоценозе посева ячменя доминировали мятликовые (табл. 2).

2. Засоренность посевов ячменя в зависимости от агротехнологий возделывания (среднее по фактору обработки почвы), 2004-2018 г.

Вариант химизации	Биомасса культуры, г/м ²	Засоренность агрофитоценоза						Биомасса сорняков, %
		шт/м ²			г/м ²			
		всего	двудольные	мятликовые	всего	двудольные	мятликовые	
Контроль (без химизации)	799	168	58	110	606	436	170	432
Гербициды	1537	173	14	159	348	60	288	18,0
Удобрения	1396	195	32	163	766	381	385	33,8
Комплексная химизация	2055	82	11	71	292	57	235	12,4
Среднее	1447	155	29	126	473	230	243	27,3
<i>НСР₀₅</i>	<i>157</i>	<i>51</i>	<i>10</i>	<i>43</i>	<i>126</i>	<i>84</i>	<i>127</i>	<i>6,0</i>
Коэффициент корреляции с урожайностью (<i>R_{сум}</i> =0,95)	0,992	-0,56	-0,91	0,26	-0,73	-0,86	0,12	-0,98

Систематическая обработка посевов гербицидами (баковая смесь дикотилцидов и граминицидов) способствовала повышению биомассы ячменя до 1537 г/м² (в 1,9 раза) и снижению удельной массы сорных растений в 2,4 раза (18,0%), в основном за счет подавления двудольных, особенно корнеотпрысковых [3, 4, 9].

Систематическое внесение удобрений (N₃₀, P₃₀) провоцировало нарастание как численности, так и биомассы сорняков до очень сильной степени – 33,8%. Известно, что конкуренция между сорняками и культурными растениями повышается в основном за азот и калий и менее – за фосфор. Причём на изреженных посе-

вах засоренность зерновых культур, как правило, возрастает [10-12].

Комплексное применение средств химизации способствовало улучшению корневого питания растений ячменя, подавлению сорняков и инфекций, что, в итоге, повысило биомассу культуры в 2,6 раза относительно контрольного варианта – до 2055 г/м². Это произошло в основном за счёт подавления двудольных сорняков, численность и биомасса которых в агрофитоценозе уменьшилась в 5,3-7,6 раза. Изменение численности и видового состава малолетних двудольных сорняков больше проявилось в смене видов: чувствительных к гербицидам на более устойчивые к ним.

Комплекс негативных факторов повышенной засоренности агрофитоценоза, конкуренция за влагу и элементы питания, как показали многолетние наблюдения,

проявляются в снижении продуктивности ячменя. Установлено, что сопряженность засоренности агрофитоценоза с продуктивностью культуры имеет отрицательную направленность. Согласно коэффициенту детерминации, наибольшая отрицательная сопряженность проявляется с биомассой сорных растений, особенно двудольных – 53,3-74,0%.

Сравнительная оценка засоренности агрофитоценоза ячменя за длительный период наблюдений показала, что она за 30 лет как по численности, так и по биомассе имеет устойчивую тенденцию к нарастанию в 1,5-2,0 раза. Систематическое применение гербицидов (дикотициды + граминициды) в зернопаровом севообороте существенно снижало засоренность агрофитоценоза и повышало урожайность зерна ячменя до 0,85 т/га, или на 53,3% (рис.).

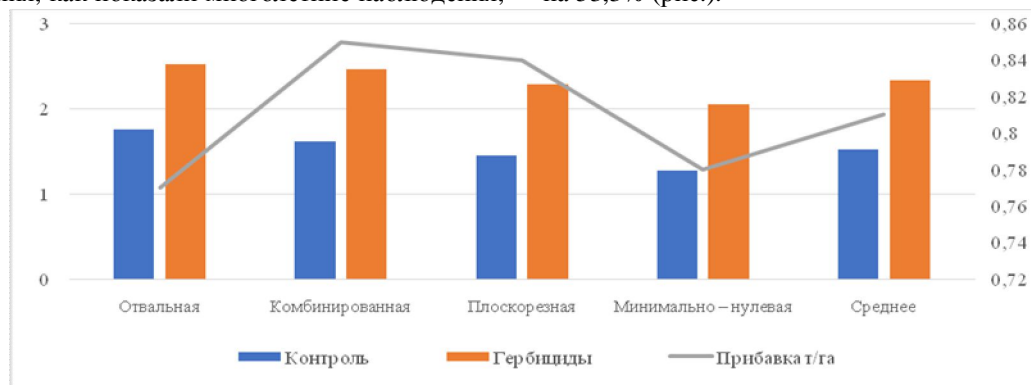


Рис. Влияние системы обработки почвы в севообороте и гербицидов на урожайность зерна ячменя, т/га (1988-2018 г.)
HCP₀₅: система обработки – 0,08 т/га, химизация – 0,08 т/га, для частных средних – 0,11 т/га

Установлено, что относительная прибавка зерна ячменя повышалась от отвальной системы обработки почвы до минимально-нулевой с 44,0 до 61,4%, или в 1,4 раза.

Результаты микробиологических исследований, проведенные для выявления возможных неблагоприятных

изменений биологических (экологических) свойств лугово-черноземной почвы при применении средств химизации, свидетельствуют о приблизительно равной суммарной численности определяемых групп микроорганизмов в почве при разных технологиях обработки на контрольном фоне (204-237 млн КОЕ/г) (табл. 4).

4. Численность микроорганизмов в пахотном слое лугово-черноземной почвы под ячменём в зависимости от технологии обработки и применения средств комплексной химизации, n=6 (среднее за 2018-2019 г.) КОЕ/г

Вариант обработки почвы	Бактерии на МПА	Микроор- ганизмы на КАА	Олигонит- рофилы	Фосфатмоби- лизующие	Нитрифи- каторы	Целлюлозораз- рушающие	Грибы	Общее коли- чество мик- роорганизмов,
	млн				тыс.			млн
Контроль								
Отвальная	34,5	30,3	89,4	70,8	2,80	37,3	53,2	225,0
Комбинированная	33,1	23,0	78,2	69,9	2,66	45,9	46,3	204,1
Минимально – нулевая	28,1	24,6	102,8	81,7	2,62	47,9	49,2	237,1
Комплексная химизация								
Отвальная	26,7	20,9	65,0	79,2	3,52	38,5	36,3	191,8
Комбинированная	34,8	23,6	99,6	85,0	3,76	60,0	67,1	243,0
Минимально – нулевая	32,4	25,8	95,3	88,2	2,41	38,7	48,0	241,8
HCP ₀₅ : А	6,1	5,98	28,3	19,4	0,33	11,0	13,7	51,5
В	7,5	5,98	34,6	23,7	0,41	13,5	16,8	63,0
С	6,1	5,98	28,3	19,4	0,33	11,0	13,7	51,5
AB, AC, BC	10,5	10,4	49,0	33,5	0,58	19,1	23,8	89,2
ABC	14,9	14,6	69,2	F ₄ <F ₀₅	0,82	27,0	33,6	F ₄ <F ₀₅

Применение средств комплексной химизации не оказало существенного влияния на общее количество почвенных микроорганизмов под ячменем, которое составило на этом фоне 192-242 млн КОЕ/г (±15-19% к контролю). При этом увеличилась численность нитрифицирующих и фосфатмобилизующих бактерий в вариантах с отвальной и комбинированной технологиями обработки почвы. Количество нитрификаторов на фоне с комплексной химизацией возросло к контролю на 25,7

и 41,3%, фосфатмобилизаторов – на 21,6 и 8% соответственно.

Следует отметить положительное влияние средств комплексной химизации на численность олигонитрофилов в вариантах с комбинированной и минимально-нулевой обработками, которая увеличилась, соответственно, на 53,2 и 46,6% по сравнению со вспашкой, а также почвенных грибов, количество которых на фоне комплексной химизации было выше при почвозащит-

ных обработках в сравнении с отвальной на 84,8 и 32,2%.

Интенсивность разложения целлюлозы в варианте с минимально-нулевой обработкой была несколько выше в сравнении с другими технологиями обработки почвы в возрастающем ряду: комбинированная (17,2%) < отвальная (23%) < минимально-нулевая (25,4%).

Применение средств комплексной химизации положительно повлияло на интенсивность разложения целлюлозы при комбинированной обработке почвы, которая увеличилась с 17,2 до 22,6%.

Заключение. Результаты исследований, проведенных в лаборатории ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Омский АНЦ», показали, что:

1. Засоренность посевов ячменя в лесостепи Западной Сибири определяется интенсивностью обработки чернозёмных почв и применением средств химизации. Степень и видовой состав сорного компонента в посевах ячменя в лесостепи Западной Сибири формируются и зависят от интенсивности обработки почвы в севообороте и применения средств интенсификации, включая гербициды. Наиболее засоренные агрофитоценозы ячменя, как по численности, так и по биомассе (в среднем 555 г/м^2 – 30,6%), формируются на минимальной системе обработки почвы. Наиболее благоприятные условия для нарастания биомассы ячменя до 2055 г/м^2 , или в 2,6 раза выше контрольного варианта, складываются при комплексном применении средств химизации, в основном за счет подавления двудольных сорняков, численность и биомасса которых в агрофитоценозе снижается в 5,3-7,6 раза, или до 12,4%.

2. Сопряженность засорённости посевов ячменя с продуктивностью культуры имеет отрицательную направленность и достигает 53,3-74%. Относительная прибавка зерна ячменя от систематического применения гербицидов в зернопаровом севообороте (31 год) достигает 0,77-0,85 т/га (53,3%).

3. Численность определяемых групп почвенных микроорганизмов в пахотном слое лугово-черноземной почвы под ячменем в зернопаровом севообороте составляет 192-242 млн КОЕ/г. Применение комплексной

химизации стимулирует рост численности нитрифицирующих, фосфатмобилизирующих бактерий в вариантах с отвальной и комбинированной обработками, олигонитрофилов и грибов при почвозащитных технологиях возделывания ячменя. Интенсивность разложения целлюлозы возрастает в ряду следующих технологий обработки почвы: комбинированная (17,2%) < отвальная (23%) < минимально-нулевая (25,4%). Угнетения почвенной микрофлоры от изучаемых агроприемов не выявлено.

Литература

1. Система адаптивного земледелия Омской области // И.Ф. Храмов, В.С. Бойко, Л.В. Юшкевич и др. – Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. – 522 с.
2. Юшкевич Л.В. Яровой ячмень в Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, Н.И. Анисков // Земледелие. – 2010. – №6. – С. 3-5.
3. Земледелие на равнинных ландшафтах агротехнологии зерновых в Западной Сибири (на примере Омской области): СибНИИСХ. – Новосибирск: РАСХН СО, 2003. – 412 с.
4. Юшкевич Л.В. Влияние агротехнологий на засоренность агрофитоценоза и продуктивность яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, В.Л. Ершов, А.Г. Щитов // Вестник ОмГАУ. – 2021. – № 1 (41). – С. 75-84.
5. Korchagina I.A. Economic efficiency of fungicide application on spring wheat in the southern forest-steppe of Western Siberia // I.A. Korchagina, N.K. Trubina, L.V. Yushkevich, A.V. Lomanovsky / В сб.: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference. – Stavropol, 2021. – С. 12023.
6. Юшкевич Л.В. Совершенствование технологий возделывания ячменя в лесостепи Западной Сибири / Л.В. Юшкевич, А.Г. Щитов, Н.И. Егорова, Е.В. Штро // Земледелие. – 2013. – №2. – С. 26-28.
7. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика / В.И. Кирюшин. – М.: МСХА, 2000. – 473 с.
8. Теплер Е.З. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Е.З. Теплер, В.К. Шильникова; под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
9. Синещиков В.Е. Фитосанитарная ситуация в зерновых агроценозах при минимизации обработки почвы: монография // В.Е. Синещиков, Н.В. Васильева и др. – ФГБНУ СибНИИСиХ: Новосибирск, 2015. – 138 с.
10. Ионин П.Ф. Обработка почвы – главный способ борьбы с сорняками / П.Ф. Ионин // Земледелие. – 1978. – №10. – С. 30-38.
11. Фисюнов А.В. Сорные растения / А.В. Фисюнов. – М.: Колос, 1984. – 330 с.
12. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: Монография / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич. – Омск: ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. – 396 с.

UDC: 631.5:633.16:581.55(571.13)

THE EFFECT OF THE USE OF CHEMICALS ON THE WEEDINESS AND BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE SOIL UNDER THE SOWING OF BARLEY

Yushkevich L. V., Doc. Agr. Sci., Shuliko N.N., Cand. Agr. Sci., Khamova O.F., Cand. Biol. Sci., Tukmacheva E. V., Cand. Biol. Sci.
FSBT Omsk agricultural research center, 644012, Russia,
Omsk, Pr. Korolev's 26, e-mail: shuliko-n@mail.ru

Stationary studies were carried out in the forest-steppe of the Omsk region in grain-steam crop rotation on the trailing crop – barley in 2004-2018, the yield of barley grain is given since 1988. The experience was two-factor. A study of the weediness of barley crops was carried out, depending on the soil cultivation system of varying intensity of impact on the upper soil layer (from dump to minimum-zero) and the use of intensification means. It has been established that the greatest infestation of barley, both in number and in biomass (on average, 555 g / m^2 – 30.6%) is formed on the minimum soil cultivation system. The relative increase in barley grain from prolonged use of herbicides reaches 0.77-0.85 t / ha (53.3%). On the variants of the complex application of chemical agents, the biomass of barley risen by 2055 g / m^2 (2.6 times) with a decrease in weediness of crops to 12.4% and a significant increase in yield to 3.0-3.5 t / ha. The suppression of the number of agronomically important groups of microorganisms was not revealed, which indicates a stable ecological situation in the agroecosystem.

Key words: yield, agrophytocenosis, barley, crop rotation, weediness, soil cultivation system, chemicals, herbicides, biological activity of the soil.