

# ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ГЕРБИЦИДА НА ОСНОВЕ ХЛОРСУЛЬFUРОНА В ПОСЕВАХ ЛЬНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕВООБОРОТА, УДОБРЕНИЯ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ

Л.М. Поддымкина, Российский государственный аграрный университет — Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

Длительный полевой опыт на территории МСХА им. К.А. Тимирязева был заложен в 1912 г. на Полевой опытной станции профессором А.Г. Дояренко. Основная цель — исследование длительного многофакторного воздействия приемов интенсивного земледелия на урожай полевых культур и плодородие легкосуглинистых почв. С этой стороны особый интерес представляет культура льна, которая была включена в ротацию культур с основания опыта.

В монокультуре лен дает урожай крайне нерегулярно и низкого качества. Для борьбы с сорняками в посевах этой культуры необходимо применение гербицидов, обладающих высокой избирательностью и эффективностью, например, препаратов на основе сульфонилмочевины. Такие гербициды уничтожают горец вьюнковый (*Polygonum convolvulus*), почечуйный (*P. persicaria*) и перечный (*P. hydropiper*), крестовник обыкновенный (*Senecio vulgaris*), горчицу полевую (*Sinapis arvensis*) и белую (*S. alba*), торицу полевую (*Spergula arvensis*), звездчатку среднюю (*Stellaria media*), щирицу запрокинутую (*Amaranthus retroflexus*), пастушью сумку (*Capsella bursa-pastoris*), марь белую (*Chenopodium album*), пикульник обыкновенный (*Galeopsis tetrahit*), ромашку непахучую (*Matricaria perforata*, *M. inodora*), незабудку полевую (*Myosotis arvensis*), ярутку полевую (*Thlaspi arvense*), монохорию Корсакова (*Monochoria korsakowii*), частуху восточную (*Alisma orientale*) и др.

Эффективное уничтожение широколистных двудольных сорняков гербицидами на основе хлорсульфурина достигается при их обработке в ранние фазы роста и развития (высота растений не более 10 см).

Отмечается, что при нарушении технологии применения сульфонилмочевинных препаратов и (или) при внесении их без учета особенностей почвы (в первую очередь ее кислотности), агротехники и прочих условий возможно отрицательное последствие на некоторые культуры севооборота.

Цель наших исследований, которые проводили в Длительном полевом опыте на территории МСХА им. К.А. Тимирязева — экологическая оценка приема применения гербицидов на основе хлорсульфурина на посевах льна-долгунца на разном агрохимическом фоне. Почва опытного участка — дерново-подзолистая легкосуглинистая,  $pH_{\text{вод}} = 5,2-7,2$ ,  $pH_{\text{сop}} = 4,5-6,4$ , содержание гумуса 1,4-2,3%.

Опытный участок (1,5 га) разделили на две части, в каждой из которых нарезалось по шесть прямоугольных полей: участки с бессменными культурами — озимая рожь, картофель, овес (с 1973 г. ячмень), клевер (с 1973 по 1983 гг. озимая пшеница), лен и чистый пар; участки с севооборотом (чистый пар — озимая рожь — картофель — овес (ячмень) с подсевом клевера — клевер — лен).

На участке с бессменными посевами каждое поле перпендикулярно длинной стороне разделили на 11 делянок, на которых размещены два контроля (проводятся только агротехнические мероприятия и контроль без удобрений) и варианты с удобрениями (N, P, K, NP, NK, PK, NPK, навоз, NPK + навоз). На участке с севооборотом не было варианта с внесением навоза.

Осенью 1949 г. впервые на половине всех полей бессменных культур и севооборота

провели известкование, которое до настоящего времени проводится регулярно один раз в 6 лет по показателю полной гидролитической кислотности. С этого же года на известкованных делянках бессменного пара введен севооборот во времени: чистый пар — озимая рожь — картофель — ячмень с подсевом клевера — клевер — лен. С 1973 г. на четных полях севооборота минеральные удобрения вносятся единой нормой N100P150K120, а на нечетных — дифференцированно по схеме, принятой в 1912 г. Площадь учетных делянок — 50 м<sup>2</sup>. Посев льна в 2002 г. проводили на четном поле севооборота, поэтому другие варианты севооборота не обследовали. В вариантах с посевами льна-долгунца провели обработку гербицидом Ленок (7 г/га) в фазе «елочки» (высота растений культуры 10—12 см). В год обработки отмечена аномально высокая температура воздуха и низкая обеспеченность осадками по сравнению со среднепогодными данными.

Для изучения микробиологической активности почвы в разных вариантах опыта на глубину 20 см закопали льняные полотна размером 5 x 20 см. По истечении 63 сут. от начала эксперимента их извлекали и провели оценку степени их разложения.

В сроки 1, 7, 15, 30, 140 сут. в контроле и с обработанных гербицидом делянок отбирали по горизонтам (0—5, 5—10, 10—15 и 15—20 см) образцы почвы с помощью почвенного бура. В них методом высокоэффективной жидкостной хроматографии определяли содержание остатков хлорсульфурина (действующее вещество гербицида Ленок). Минимально определяемая концентрация в растворе — 0,05 мкг/мл. Предел обнаружения в почве — 2—5 мкг/мл. Открываемость метода — 87—90%.

Уровень фитотоксичности почвы изучали методом биоиндикации в вегетационных опытах в камерах лаборатории искусственного климата, ВНИИФ. В качестве тест-растений использовали горчицу белую (*Sinapis alba*) и редьку дикую (*Raphanus sp.*). Влажность воздуха в камере — 70%, световой день — 16 ч, освещенность — 20 тыс. лк, температура днем 25°C, ночью — 16°C; влажность почвы поддерживали на уровне 60% от полевой влагоемкости (ПВ) путем ежедневного полива по массе каждого вегетационного сосуда обессоленной водопроводной водой. Через 28 сут. надземную массу тест-растений срезали и взвешивали. Об уровне фитотоксичности остатков хлорсульфурина в опытных образцах почвы судили по снижению массы надземных

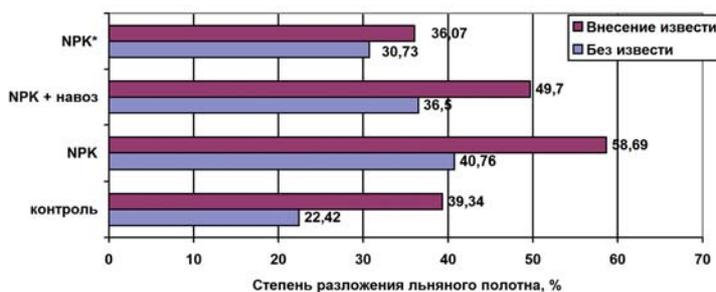


Рис. 1. Целлюлозоразлагающая активность микроорганизмов пахотного слоя дерново-подзолистой почвы в условиях севооборота и при бессменном возделывании льна-долгунца (NPK — севооборот, в остальных случаях бессменный лен)

органов тест-растений в сравнении с контрольными вариантами. По данным ВНИИФ, для горчицы белой  $ED_{10}$  составляет 0,20 (0,17–0,25),  $ED_{50}$  — 0,62 (0,54–0,72),  $ED_{80}$  — 1,32 (1,12–1,55), для редьки дикой соответственно 0,34 (0,28–0,42), 1,62 (1,31–2,00) и 4,63 (3,34–6,40). Для количественного расчета содержания остатков гербицида в почве использовали индикаторные шкалы: у (горчица) = 20,7Д + 29,6 и у (редька) = 17,9Д + 8,2,

где у — % снижения надземной массы по отношению к контролю, Д — доза гербицида, г/га д.в.

Установлено, что при обработке посевов льна Ленком в вариантах без известкования и с внесением извести гербицидная активность возрастала на фоне внесения полного минерального удобрения NPK. Отмечена общая зависимость повышения активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов на фоне известкования по сравнению с вариантами без извести (рис. 1).

Изучение изменения уровня фитотоксичности на 30-е сут. после применения гербицида показало, что в вариантах с известкованием он был выше (рис. 2), что подтверждается более высоким уровнем персистентности остатков хлорсульфурана в этих условиях. Среди вариантов без внесения извести наиболее неблагоприятны для бессменного посева льна условия без внесения удобрений (рис. 2, б), а лучший — выращивание льна на фоне с внесением  $N_{100}P_{150}K_{120}$  (рис. 2, д).

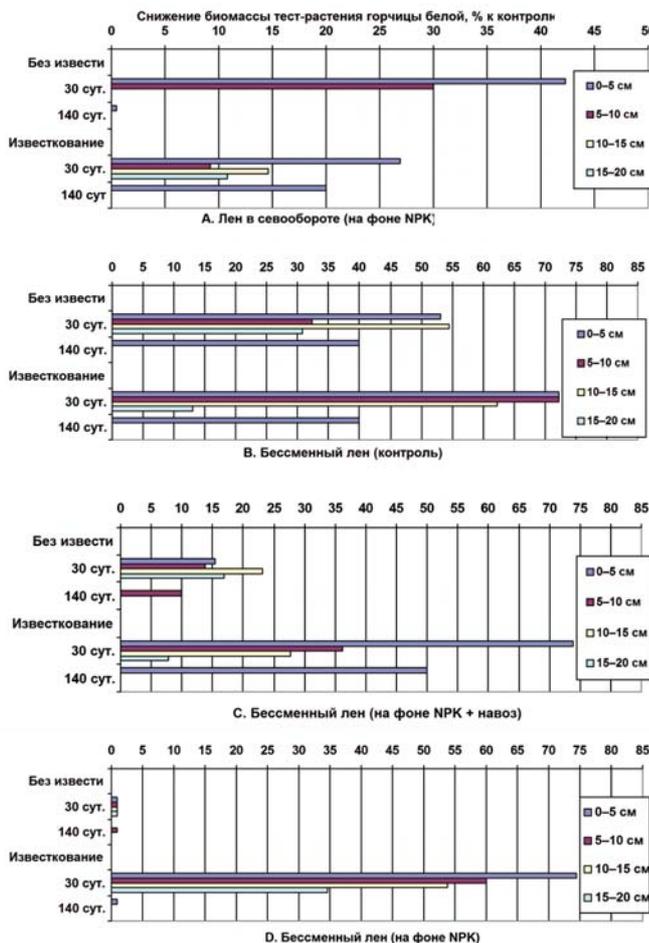
Биоиндикация дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы (0–20 см) через 140 дн. после применения гербицида показала, что наименьший уровень фитотоксичности пахотного слоя (без извести) сформировался как в бессменных посевах льна (рис. 2, D), так и в севообороте на фоне полного минерального удобрения (рис. 2, А). При этом как на неудобренном фоне, так и на фоне внесения NPK в сочетании с навозом наблюдался более высокий уровень фитотоксичности пахотного слоя почвы, что вызывало снижение биомассы тест-культуры горчицы белой соответственно на 40 и 50% (рис. 2, В, С).

Известкование способствовало значительному увеличению уровня фитотоксичности пахотного слоя почвы через 140 дн. после применения гербицида в посевах льна в севообороте на фоне NPK и в посевах бессменного льна на фоне (NPK + навоз). Вместе с тем уровень фитотоксичности пахотного слоя почвы в вариантах бессменного льна как на фоне без удобрений, так и на фоне NPK практически не зависел от известкования.

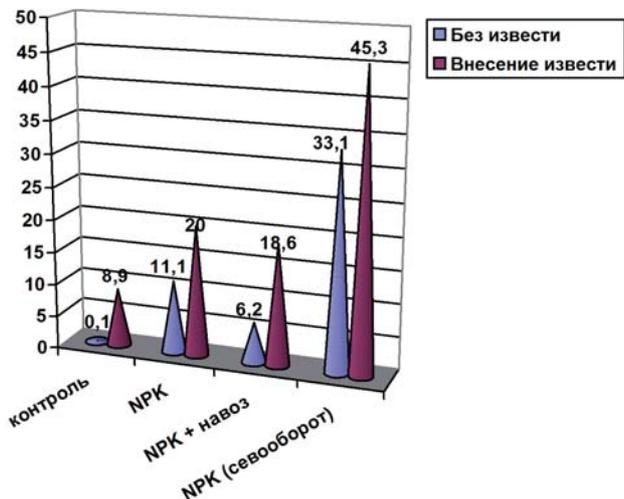
Самая высокая урожайность льносоломки отмечена в варианте севооборота с внесением NPK, а самая низкая — в контроле (рис. 3). Она была выше в 5 раз на фоне известкования и в 33 раза по сравнению с кислым фоном. Кислотность почвы резко увеличивает неблагоприятные условия для роста и развития культуры.

Таким образом, наиболее высокий уровень фитотоксичности пахотного слоя почвы формируется при применении гербицида Ленком на бессменных посевах льна на неудобренном фоне. Вероятно, возможной причиной увеличения фитотоксичности гербицида в почве в посевах бессменного льна на неудобренном фоне может быть снижение активности ризосферной микрофлоры в связи с крайне засушливыми погодными условиями периода вегетации. В нейтральных и слабощелочных почвах хлорсульфуран отличался повышенной степенью устойчивости, поэтому в бессменных посевах льна на фоне внесения (NPK + навоз + известь) скорость деструкции данного гербицида может заметно снижаться.

По нашему мнению, необходима корректировка существующих регламентов применения гербицида Ленком в посевах льна с учетом длительности сохранения его остатков в почве в зависимости от севооборота, вносимых удобрений и известкования. Этот подход позволит снизить вероятность отрицательного последствие хлорсульфурансодержащих гербицидов на высокочувствительные культуры севооборота. Наименьший уровень фитотоксичности остатков гербицида Ленком (7 г/га) на посевах льна установлен при его бессменном возделывании на фоне внесения  $N_{100}P_{150}K_{120}$ .



**Рис. 2. Изменение уровня фитотоксичности различных слоев почвы после применения Ленка на посевах льна в зависимости от севооборота, удобрений и известкования. В срок 140 сут. проведена биоиндикация верхнего горизонта Апак (0–20 см), в остальных случаях — по слоям высотой 5 см**



**Рис. 3. Урожайность льносоломки на Длительном полевом опыте на разном агрохимическом фоне**