

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Г. Круглова — Вл. Фролов

На рост сельскохозяйственных культур оказывают неблагоприятное влияние твердые выбросы в атмосферу. Отрицательное влияние состоит в том, что сокращается количество солнечной энергии, которую получает поверхность листа, что ведет к замедлению ассимиляции и создания органического вещества. Наблюдается существенное уменьшение урожайности всех сельскохозяйственных культур. Влияние выбросов твердых веществ в атмосферу проявляется на культурные растения и через почву.

В литературе не встречается подробное рассмотрение этой проблемы. В большинстве статей речь идет лишь о примерах влияния твердых эмиссий на урожайность некоторых культур в ряде местностей в непосредственной близости от промышленных предприятий. Но и эти исследования свидетельствуют об отрицательном влиянии промышленных выбросов на сельскохозяйственные культуры.

Область, где проводились исследования, включает 5 районов: Карвина, Новый Йичин, Орава, Острава и фридек-Мистек, с общей площадью сельскохозяйственных угодий 210 тыс. га, из этого 50 тыс. га подвергается загрязнению промышленными выбросами. Этот район находится преимущественно в Оставском бассейне, где расположены самые крупные источники загрязнения: металлургические комбинаты Витковитский, Новая Гуть им. Клемента Готтвальда и другие. На остальной территории исследуемой области влияние промышленных выбросов на сельскохозяйственное производство носит местный характер. Проведенные исследования позволили выявить отрицательное влияние выбросов в отдельных хозяйствах вблизи цементных заводов, вблизи каменоломен и карьеров.

Загрязнение пор пылью и снижение поглотительной способности проявляется в большей степени у пропашных культур, кукурузы и кормовых, в несколько меньшей у сахарной свеклы, фруктовых и зерновых культур. В непосредственной близости от источников загрязнения потери у некоторых культур достигают 30% и выше. Газообразные выбросы (особенно металлургических комбинатов и Вратимовского целлюлозно-бумажного комбината) оказывают сильное воздействие на плодовые деревья, картофель, овощи, сахарную свеклу и зерновые, потери в урожае достигают 30% и выше.

Чтобы получить возможность сравнить и проверить результаты исследования, проведенного в отдельных хозяйствах, была сделана попытка определить характер и степень зависимости между загрязнением воздуха и сельскохозяйственным производством. В исследуемую область было включено 25 хозяйств, расположенных в Оставском бассейне и его окрестностях, где наблюдалось выпадение твердых осадков в размере от 75 до 1200 т на км². Для выяснения

потерь исследовались статистические данные об урожайности отдельных видов зерновых за 1971. г. и осаждение пыли в т/км² за тот же год по измерениям областной санитарно-эпидемиологической станции (оценка за целый год, а не за вегетационный период).

Для выяснения степени и характера зависимости между загрязнением воздуха и сельским хозяйством была прежде всего установлена зависимость урожайности (в ц/га) зерновых в целом, а также отдельных видов зерновых от количества выбрасываемой в атмосферу пыли в том же пункте (в т/км²). Эта зависимость была установлена с помощью коэффициента парной корреляции Пирсона.

$$k = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left[n \cdot \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right] \left[n \cdot \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right]}}$$

где x_i — количество выпадаемой пыли на данном участке

y_i — урожайность зерновых в целом или отдельной культуры на том же участке i

n — число участков $i = 1, 2, \dots, n$,

Для зерновых, пшеницы, ячменя и овса подсчет произ одился по 25 хозяйствам, для ржи только по 17 (разное количество объясняется отсутствием статистических данных).

Были получены следующие коэффициенты корреляции

1. Загрязнение воздуха—урожайность зерновых	$k_1 = -0,333$
2. Загрязнение воздуха—урожайность пшеницы	$k_2 = -0,240$
3. Загрязнение воздуха—урожайность ячменя	$k_3 = -0,328$
4. Загрязнения воздуха—урожайность овса	$k_4 = -0,513$
5. Загрязнения воздуха—урожайность ржи	$k_5 = -0,497$

Исходя из полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Зависимость между загрязнением воздуха и урожайностью зерновых отрицательная, на что указывает знак „минус” у всех коэффициентов.
2. Зависимость между загрязнением воздуха и урожайностью отдельных видов зерновых различна. Меньше она у ячменя и пшеницы и в 2 раза больше у овса и ржи. (Для ржи эта зависимость может быть несколько завышена из-за меньшего, чем для других культур, объема наблюдений.)
3. Несмотря на то, что пункты наблюдения имеют различный микроклимат, почвы, режим увлажнения, в разной степени используются удобрения, все же четко прослеживается снижение урожайности при увеличении концентрации пыли, а для овса и ржи загрязнение воздуха является уже одним из отрицательных факторов роста.

Для установления зависимости между урожайностью зерновых и степенью загрязнения атмосферы был использован метод наименьших квадратов

$$y = a_0 + a_1 x$$

где y —урожайность зерновых в ц/га

x —количество выбрасываемой в атмосферу пыли в т/км²

a_0 и a_1 постоянные коэффициенты

причем a_0 показывает, какой могла бы быть средняя урожайность, если бы загрязнение атмосферы не оказывало на нее влияние

a_1 характеризует непосредственное влияние загрязнения воздуха на урожайность и показывает, на сколько уменьшается урожайность при увеличении концентрации пыли в атмосфере. Уравнение $y = \frac{a_1}{a_0} 100\%$ дает представление о том, на сколько процентов уменьшается урожайность зерновых при увеличении концентрации пыли на

1 т/км² и фактически характеризует степень влияния загрязнения атмосферы на урожайность.

Расчеты дали следующие коэффициенты уравнений

1. Зависимость урожайности зерновых от концентрации пыли в атмосфере

$$y_1 = -0,00373x_1 + 29,4$$

2. Зависимость урожайности ячменя от концентрации пыли

$$y_2 = -0,00315x_2 + 29,8$$

3. Зависимость урожайности пшеницы от концентрации пыли

$$y_3 = -0,00461x_3 + 31,45$$

4. Зависимость урожайности овса от концентрации пыли

$$y_4 = -0,00456x_4 + 26,2$$

5. Зависимость урожайности ржи от концентрации пыли в атмосфере

$$y_5 = -0,00308x_5 + 22,8$$

Сравним, сколько же процентов от рассчитанной теоретической средней урожайности составляет действительная урожайность

	зерновые	ячмень	пшеница	овес	рожь
теоретическая урожайность	29,4	29,8	31,5	26,2	22,8
действительная урожайность	27,4	28,0	29,0	24,0	21,0
%	93,2	94,6	92,2	91,6	92,1

Следующая таблица показывает, на сколько процентов уменьшается урожайность при загрязнении атмосферы на 1 т/км².

культуры	зерновые	ячмень	пшеница	овес	рожь
культуры	12,7%	10,6%	14,7%	17,4%	13,5%

Интересно, что зависимость между показателями первой и второй таблицы почти полная (меняются местами пшеница и рожь).

И наконец, сравним степень зависимости между загрязнением воздуха и урожайностью (коэффициент корреляции) и степенью влияния загрязнения на урожайность (% снижения урожайности).

	зерновые	ячмень	пшеница	овес	рожь
коэффициент корреляции	-0,333	-0,328	-0,240	-0,513	-0,497
% снижения урожайности	12,7%	10,6%	14,7%	17,4%	13,5%

Можно констатировать, что загрязнение атмосферы больше всего влияет на урожайность овса, его урожайность в свою очередь теснее всего связана с концентрацией пыли в атмосфере. Менее всего загрязнение воздуха влияет на урожайность ячменя, у которого в то же время один из наименьших коэффициентов связи. Остальные культуры находятся между этими крайними точками.

В заключении была сделана попытка вычислить приблизительные потери урожая в 25 хозяйствах исследуемой области в 1971. году. Общие потери составили у пшеницы 13,8%, у ячменя 8,6%, у овса 16,6%, у ржи 9,4%, что составляет около 1 млн. крон.

Полученные результаты имеют, главным образом, методическое значение. На них в значительной мере повлияло отсутствие точных данных о концентрации пыли в атмосфере в отдельных хозяйствах. Однако потери за счет снижения урожайности зерновых под влиянием загрязнения атмосферы бесспорно значительны. Одной из мер, направленных на уменьшение потерь, является внедрение на исследуемой территории севооборотов, где бы было ограничено высевание культур, особенно чувствительных на воздействие твердых выбросов, прежде всего пропашных, кормовых, а из зерновых, главным образом, овса.