

Тема 13. МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Объяснение. В основе моделирования урожайности сельскохозяйственных культур лежат принципы оптимизации комплекса факторов среды для получения заданного высокого урожая. При этом предполагается, что все технологические приемы будут качественно выполнены в оптимальные агротехнические сроки.

Программирование урожая имеет свою специальную шкалу соответствующих уровней урожайности, включая фактическую урожайность (в производственных условиях), действительно возможную, климатически обеспеченную, потенциальную и программированную урожайность. Как и любая шкала, шкала урожайности имеет начальную точку отсчета. За начальную точку отсчета в шкале урожайности принимается значение потенциальной урожайности, так как уровень урожайности, достигаемый в производственных условиях, имеет значительные колебания, а нулевое значение не имеет биологического смысла.

Потенциальный урожай (ПУ) – это урожай, который может быть получен на высокоплодородных почвах при оптимальной агротехнике в идеальных метеорологических условиях. Он зависит от прихода ФАР, агротехнического фона, биологических свойств культуры и сорта.

Климатически обеспеченная урожайность (КУ) – это та максимальная урожайность, которая может быть достигнута в реальных метеорологических условиях на высокоплодородных почвах (при оптимальной агротехнике).

Определение потенциальной урожайности.

Повышение урожайности благодаря увеличению продуктивности фотосинтеза растений в посевах и, в частности, повышение чистой продуктивности фотосинтеза таит в себе большие возможности, так как 90-95 % биомассы растений составляют органические вещества, образуемые в процессе фотосинтеза.

Наиболее распространенный способ определения величины потенциальной урожайности заключается в ее вычислении через значение коэффициента использования ФАР (фотосинтетически активной радиации). Расчетная формула имеет следующий вид:

$$ПУ = (Q_{\text{ФАР}} \times K_{\text{ФАР}}) / (q \times 10^4),$$

где ПУ – величина потенциальной урожайности основной и побочной продукции по сухому веществу, ц/га;

q – удельная калорийность сухой биомассы, ккал/кг;

$Q_{\text{ФАР}}$ – суммарное поступление ФАР на поверхность почвы за период вегетации, ккал/га;

$K_{\text{ФАР}}$ – коэффициент использования ФАР посевом, выбираемый на границе своих максимально возможных значений, %.

Пример 1. Расчёт потенциальной урожайности кукурузы по приходу ФАР:

Дата посева – 20 мая (20.05). Дата уборки – 25 сентября (25.09)

Месячные суммы ФАР за вегетационный период (ккал/см²).

месяц	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Сумма ФАР	6,2	6,9	7,1	7,9	6,3	5,2	3,9

$$Q_{\text{ФАР}} = 1/3 \times 6,9 + 7,1 + 7,9 + 6,3 + 2/3 \times 5,2 = 2,61 \times 10^9 \text{ ккал/га}$$

$$\text{Так как } 1 \text{ га} = 100\,000\,000 \text{ см}^2 = 1 \times 10^8 \text{ см}^2$$

$$\text{ПУ} = \frac{2,61 \times 10^9 \times 1,2}{10^4 \times 4,1 \times 10^3} \approx 76 \text{ ц/га}$$

Удельная калорийность сухой биомассы, у кукурузы 4100 или $4,1 \times 10^3$ ккал/кг.

В зависимости от качества посевов значения коэффициента использования ФАР ($K_{\text{ФАР}}$) могут изменяться в следующих пределах: обычно наблюдаемые – 0,5–1,5 %; хорошие – 1,5–3,0 %; рекордные – 3–5 %; теоретически возможные – до 8 % (по Ничипоровичу А.А.).

Урожайность сельскохозяйственных культур в решающей степени зависит от режима влагообеспеченности растений в течение вегетации. Для реализации потенциальной продуктивности растений влажность почвы в течение вегетации должна быть в диапазоне от 60% до 100% предельной полевой влагоемкости.

Показатель климатически обеспеченного урожая по влагообеспеченности определяют по следующей формуле:

$$\text{КОУ}_w = \frac{(W_{\text{м.с.}} + O_{\text{в.п.}} \times K_o)}{K_B \times C \times (100 - B_{\text{ст}})} \times 100$$

где КОУ_w – климатически обеспеченная урожайность основной продукции при стандартной влажности, т/га;

$W_{\text{м.с.}}$ – влажность метрового слоя почвы при возобновлении весенней вегетации или перед весенним посевом, мм;

$O_{\text{в.п.}}$ – сумма осадков за вегетационный период, мм (апрель–август);

K_o – коэффициент полезности осадков;

K_B – коэффициент водопотребления, мм×га/ц или м³/т;

C – сумма частей основной и побочной продукции;

$B_{ст}$ – стандартная влажность.

Задание. Используя данные в таблицах 14 и 15, составьте модель расчета климатически обеспеченной урожайности в зависимости от обеспеченности влагой.

Таблица 14 – Уровень обеспечения поля влагой

Вариант	Влажность метрового слоя почвы, мм	Сумма осадков за вегетационный период, мм	Коэффициент полезности осадков	Коэффициент водопотребления	Культура
1	244	220	0,73	425	Лён долгунец
2	218	245	0,70	450	Кукуруза на силос
3	197	232	0,65	525	Пшеница
4	220	273	0,90	325	Рожь
5	182	258	0,85	115	Мн. травы на сено
6	225	263	0,75	600	Горох
7	244	232	0,70	110	Люпин
8	122	262	0,90	90	Рапс озимый
9	198	241	0,65	435	Картофель
10	136	247	0,80	500	Сахарная свёкла
11	244	236	0,65	590	Гречиха
12	157	228	0,75	200	Просо

Таблица 15 – Технологические показатели сельскохозяйственных культур

Культура	Стандартная влажность, %	Сумма частей основной и побочной продукции
Лён долгунец	12	13,0
Кукуруза на силос	80	1,0
Пшеница	14	2,3
Рожь	14	3,0
Мн. травы на сено	16	1,0
Горох	13	3,0
Люпин	13	4,0
Рапс озимый	12	4,0
Картофель	75	1,8
Сахарная свёкла	80	1,5
Гречиха	14	4,0
Просо	14	3,2