

ПОВЫШЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР К ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

Р. Н. УШАКОВ, Т. Ю. КОСОРУКОВА

(Кафедра агрохимии и почвоведения, Рязанская ГСХА)

Установлено положительное влияние 40% калийной соли в ослаблении негативного воздействия почвенной засухи на продуктивность яровых зерновых культур (ячменя, яровой пшеницы). Для оценки эколого-экономической устойчивости продукционного процесса рекомендуется использовать следующее уравнение: $K_{эзу} = \frac{Угтк_{03-05} - Уэц}{Угтк_{>10} - Уэц}$, где $Угтк_{03-05}$ — урожайность культуры в сухой год $Уэц$ — нижний порог экономически целесообразной урожайности (например, для яровых зерновых он составляет 25 ц/га), $Угтк_{>10}$ — урожайность в оптимальный по водообеспеченности год

Одним из факторов, снижающих урожайность культурных растений не только в южных регионах страны, но и в Нечерноземье, является почвенная засуха, проявление которой в той или иной форме становится все чаще [1, 2, 6, 7]. Согласно экологическим законам системного гомеостаза, действие лимитирующего фактора тем слабее, чем устойчивее внутреннее состояние системы [9]. Устойчивость, например, культурного растения изначально определяется в большей степени не столько генетическими возможностями, сколько средой обитания; другими словами, велико значение почвы — эдафического компонента агроэкосистем в организации физиологического гомеостаза к неблагоприятным факторам среды.

К сожалению, статус почвы в формировании экологической резистентности и уязвимости растений к недостатку воды ослаблен, что связано с ухудшением плодородия почв, недостаточным внесением минеральных и органических удобрений. Целью данных исследований является изучение влияния калийных удобрений

на устойчивость продукционного процесса яровых зерновых культур (яровой пшеницы, ячменя).

Методика

Использованы материалы многолетнего стационарного опыта с калийными удобрениями кафедры агрохимии и почвоведения Рязанской ГСХА, в которых отражены урожайные данные в разные по гидротермическим условиям годы.

Многолетний опыт по изучению влияния форм калийных удобрений на культурные растения в условиях серых лесных тяжелосуглинистых почв заложен в 1967 г. Н. И. Красеньковой (регистрационный номер 02.11.61.405.03.). В качестве контрольного варианта в исследованиях был выбран фон (NP), включающий сернокислый аммоний и простой суперфосфат; опытного — NP + 40% калийная соль и абсолютного контроля — вариант без удобрений. Доза азота, фосфора и калия составила под яровые зерновые по 60 кг д.в./га.

Во все проанализированные годы проведена математическая обработка по Доспехову, которая позволила

выявить достоверные различия в урожайности яровых зерновых культур [5, 3].

Учитывая, что яровые зерновые культуры в наибольшей степени страдают от недостатка влаги на начальных этапах органогенеза, в расчетах принимали гидротермические условия (ГТК) мая.

Результаты

Как известно, калий имеет важное значение в засухоустойчивости растений. Статистическая обработка позволила обнаружить функциональную зависимость урожайности яровых зер-

новых культур от гидротермических условий мая: коэффициент корреляции (R) составил около 0,7, т. е. на 49% продуктивность зерновых обусловлена водообеспеченностью в начальный период вегетации.

За годы исследований яровые зерновые культуры возделывали 8 раз. За это время метеорологические условия весны значительно колебались. Так, самым засушливым был 1984 г. Осадков в мае выпало около 5 мм, а ГТК составил 0,3. Как следствие, урожай зерна в опыте не превышал 17—21 ц з.ед./га (табл. 1) (в среднем по области — 14-15 ц з.ед./га).

Т а б л и ц а 1

Динамика урожайности яровых зерновых культур (ц з.ед./га) и ГТК при применении калийных удобрений

Вариант	1968	1976	1978	1980	1984	1988	1996	2000	R	b
	ГТК								P<0,05	
	0,8	2,0	2д	3,9	0,3	0,5	0,8	0,6		
Контроль (без удобрений)	18,7	30,1	34,9	27,0	17,1	18,9	19,2	17,4	0,72	4,0
Фон 60N60P	24,4	42,2	38,7	34,7	17,9	28,6	29,4	23,6	0,69	4,6
60N60P + 40% калийная соль (60)	26,3	46,2	42,6	40,8	21,1	31,3	35,9	26,3	0,74	5,4

Используя программный продукт statistica, была рассчитана математическая зависимость урожайности от ГТК. Для всех вариантов значение коэффициента корреляции (0,69—0,74) свидетельствует об огромной роли осадков в начальные этапы развития яровых зерновых культур.

Внесение под зерновые культуры только азотных и фосфорных удобрений менее эффективно, чем на их фоне использование калийной соли, так как согласно уравнениям регрессии при увеличении значения ГТК на 0,5 единицы (например, с 0,5 до 1,0) ожидаемая прибавка может быть соответственно 2,3 и 2,7 ц з.ед./га. В засушливых условиях (при ГТК от

0,5-0,8) в вариантах без удобрений уровень продуктивности зерновых не превышает 20 ц з.ед./га ($Y = 17,3 + 4X$), в случае внесения азотных и фосфорных удобрений реально получать 26-27 ц/га ($Y = 23,5 + 4,6X$); при комплексной оптимизации питания — около 30 ц з.ед./га ($Y = 26,4 + 5,4X$).

Одним из показателей устойчивости земледелия является создание условий для нарастающей тенденции увеличения продуктивности агроэкосистем. Калийные удобрения — важный компонент в системе мероприятий по достижению эффекта «прибавочной прибавки». По данным [4], в опыте продуктивность севооборо-

Таблица 2

Влияние калийных удобрений на продуктивность севооборота (ц з.ед./га) [4]

Вариант	Ротация севооборота							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Контроль (без удобрений)	24,2	23,5	27,6	20,8	21,8	31,4	25,6	15,5
Фон 60N60P	35,5	34,1	38,5	29,6	30,7	38,9	34,1	23,5
<i>Прибавка по сравнению с вариантом без удобрений</i>								
60N60P + 40% калийная соль (60)	2,3	2,9	3,4	6,0	6,2	4,8	5,8	7,0

та в варианте комплексной оптимизации питания увеличивалась по мере прохождения ротаций (табл. 2). Рассчитанное уравнение тренда имеет вид $Y = 2,0 + 0,6X$, то есть в среднем за ротацию урожайность культурных растений возрастала на 0,6 ц з.ед./га, яровых зерновых — 0,1 ц з.ед./га ($Y = 3,2 + 0,1X$).

Устойчивость продукционного процесса — это не только функция стабильного синтеза органической продукции, мало зависящая от внешних причин вследствие экологически оптимизированной утилизации жизненно необходимых факторов, но и ко всему этому функция антропогенного потребления. В устойчивости продукционного процесса должна присутствовать экономическая оценка, отражающая минимальный экономически целесообразный уровень стабильности. Для этого вводится понятие «коэффициент эколого-экономической устойчивости» (Кэу) [8], который рассчитывается по следующей формуле:

$$Кэу = \frac{У_{ГТК_{0,3-0,5}} - У_{эц}}{У_{ГТК_{>1,0}} - У_{эц}}$$

где $У_{ГТК_{0,3-0,5}}$ — урожайность культуры в сухой год, $У_{эц}$ — нижний порог экономической целесообразности урожайности (например, для яровых зерновых он составляет 25 ц/га), $У_{ГТК_{>1,0}}$ — урожайность в оптимальный по водообеспеченности год. Эта

урожайность определяется либо по регрессионным моделям, либо по фактическим данным, полученным в опыте. Чем выше Кэу, тем устойчивее продукционный процесс. Отрицательное значение коэффициента свидетельствует о неустойчивом (с эколого-экономической точки зрения) формировании продукции.

Усреднив урожайные данные по яровым зерновым культурам в засушливые ($ГТК = 0,3$ “ 0,6) и нормальные по водообеспеченности ($ГТК =$ около 2) годы, мы рассчитали Кэу по вариантам опыта. Установлено, что применение под ячмень и яровую пшеницу только азотных и фосфорных удобрений не способствует получению эколого-экономического уровня продуктивности, и тем более когда удобрения вообще не применяются, так как значение Кэу имеет отрицательный знак (табл. 3).

При сложившейся себестоимости на зерно минимальная урожайность его, при которой достигалось бы рентабельное производство, должна составлять не менее 25 ц/га. Но для достижения этого необходимо должное антропогенное регулирование экологических факторов. Только при комплексном применении азотных, фосфорных и калийных удобрений можно выйти на оправданный эколого-экономический уровень устойчивости. В наших расчетах Кэу составил 0,2 (табл. 3).

Эколого-экономическая оценка устойчивости продукционного процесса яровых зерновых культур

Вариант	Фактическая урожайность по опыту в годы с ГТК:		Кээу	Урожайность по модели для ГТК:		Кээу
	0,3-0,6	2,0-2,1		0,1	1,5	
Контроль (без удобрений)	17,8	32,6	-0,9	17,7	23,3	-4,3
Фон 60N60P	23,4	40,5	-0,1	24,0	30,0	-0,2
60N60P + 40% калийная соль (60]	26,2	44,4	0,1	27,0	34,0	0,2

Выводы

1. Урожайность яровых зерновых культур (ячмень + яровая пшеница) тесно связана с гидротермическими условиями мая: коэффициент корреляции составляет около 0,7.

2. Положительное значение 40% калийной соли проявляется на фоне применения ее с азотными и фосфорными удобрениями. Комплексная оптимизация питания яровых зерновых является эффективным приемом в борьбе с засухой: в этом случае в засушливых условиях на серых лесных почвах экономически реально получать оправданную урожайность яровых зерновых на уровне 26-27 ц з.ед./га.

3. Для оценки эколого-экономической устойчивости продукционного процесса яровых зерновых культур предлагается использование коэффициента (Кээу), учитывающего экологическую и экономическую составляющие в формировании растениеводческой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Капитанов А. Н.* Полувековой путь борьбы с засухой. — Вестн. РАСХН, 1999, № 1, с. 12-14. — 2. *Коршиков А. А.* Современный подход к проблеме борьбы с засухой. — Земледелие, 2000, № 1, с. 18. — 3. *Костин Я. В.* Динамика изменения плодородия и продуктивности серых лесных почв при длительном применении разных форм минеральных удобрений. — Докт. дисс. Рязань, 2001. — 4. *Костин Я. В., Ушаков Р. Н., Федоров Ю. В.* Продуктивность севооборота при длительном применении разных форм калийных удобрений. — Междунар. с.-х. ж., 2002, № 5, с. 57-58. — 5. *Красенькова Н. И.* Основные условия эффективного применения калийных удобрений на серых лесных почвах. — Канд. дисс. Рязань, 1974. — 6. *Кулик К. Н.* Проблемы земледелия в острозасушливых условиях. — Вестн. РАСХН, 2001, № 2, с. 87-88. — 7. *Ушаков Р. Н.* Потери от засухи можно уменьшить. — Земледелие, 2003, № 2, с. 7. — 8. *Ушаков Р. Н.* Устойчивость продукционного процесса в земледелии. — Земледелие, 2003, № 4, с. 8-9. — 9. *Bernard C.* Lesons sur les phenomenes de la vie communs aux animaux et aux vegetaux. Paris, 1978.

*Статья поступила
30 апреля 2004 г.*

SUMMARY

Positive effect of 40% potassium salt in decreasing negative influence of soil drought on productivity of spring grain crops (barley, spring wheat) has been found. For estimating ecology-economic drought of production process it is recommended to use such formula: $K_{eeu} = U_{gtk_{0,3-0,6}} - U_{ets}/U_{gtk_{>1,0}} + U_{ets}$, where $U_{gtk_{0,3-0,6}}$ is crop yield in dry year, U_{ets} — lower level of economically expedient yield (for instance, for spring grain crops it is 25 centners/ha, $U_{gtk_{>1,0}}$ — yield in the year with optimal amount of water.