

## Баланс питательных веществ в посевах кукурузы, выращиваемой на выщелоченных чернозёмах

*Д.И. Ерёмин, д.б.н., профессор, Е.А. Дёмин, аспирант, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья*

Кукуруза отличается от других зерновых культур высокими урожаями. Её зерно богато витаминами и минералами, необходимыми для нормального развития сельскохозяйственных животных. Как показывает практика, благополучное развитие мясного и молочного животноводства невозмож-

но без использования в рационах кукурузы. На протяжении долгого времени кукурузу в Сибири выращивали лишь на силос по причине длинного периода вегетации этой культуры. Однако современные селекционеры вывели новые, скороспелые гибриды, отличительными признаками которых являются короткий вегетационный период и устойчивость к пониженным температурам. Это дало возможность выращивать кукурузу в лесостепной

зоне Западной Сибири. В результате возникла потребность в разработке новой системы удобрений, для которой требуется установить хозяйственный вынос, коэффициенты для расчёта необходимых доз минеральных удобрений на планируемую урожайность [1, 2].

По мнению многих авторов, при планировании урожая следует учитывать почвенно-климатические особенности региона, которые значительно влияют на потребность кукурузы в дополнительных питательных веществах и эффективном их использовании на протяжении всей вегетации [3–5].

Почвы лесостепной зоны Зауралья отличаются высоким потенциальным плодородием и большими запасами фосфора и калия, что позволяет получать достаточно высокие урожаи, используя лишь азотные удобрения [6–8]. Применение системы удобрений, разработанной под яровые зерновые культуры, не даёт положительного эффекта при выращивании кукурузы по причине её биологических особенностей [9–11].

**Цель исследования** – установить баланс питательных веществ при выращивании кукурузы на чернозёме выщелоченном.

**Материал и методы исследования.** Исследование проводили в лесостепной зоне Тюменской области на предприятии «ЗАО «Центральное». Опыт был заложен по следующей схеме: I вариант – контрольный (без удобрений); II – NPK, 4,0 т/га зерна ( $N_{80}P_{60}K_{60}$ ); III – NPK, 5,0 т/га ( $N_{110}P_{80}K_{80}$ ); IV – NPK, 6,0 т/га ( $N_{150}P_{100}K_{100}$ ). Дозы удобрений рассчитывали балансовым методом под планируемую урожайность.

Основную обработку почвы проводили на глубину 23–25 см плугами ПЛН-8-35. Боронили весной в два следа зубowymi боронами БЗСС-1,0. Минеральные удобрения вносили сеялками СЗП-3,6, затем проводили культивацию – КПС-4. Посев осуществляли сеялкой СУПН-8А, норма высева составляла 70 тыс. растений на 1 га.

Почва опытного участка – чернозём сильно выщелоченный, маломощный, тяжелосуглинистый, сформировавшийся на карбонатных лёссовидных суглинках. Морфологические признаки и основные его свойства характерны для этого подтипа почвы юга Тюменской области [12, 13]. Отбор проб проводили на глубину 0–40 см, через каждые 10 см в трёхкратном повторении с каждой повторности. Нитратный азот определяли ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86), подвижный фосфор и калий – по Чирикову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91).

Растения и зерно отбирали перед уборкой – по 10 растений в трёхкратной повторности с каждого повторения, после чего определяли влажность и сухое вещество. Отдельно анализировались образцы вегетативной массы и зерна, в которых определяли общий азот по Кьельдалю, фосфор – по ГОСТу 26657-97, калий – по ГОСТу 30504-97.

**Результаты исследования.** Почвы лесостепной зоны Зауралья характеризуются слабой обеспеченностью нитратным азотом [14]. Перед посевом кукурузы запасы этого элемента в слое 0–40 см составляли 30–33 кг/га (табл. 1).

В фазу восковой спелости зерна кукурузы запасы нитратного азота на естественном агрофоне снизились на 47% относительно первоначальных данных. На варианте с планируемой урожайностью 4,0 т/га зерна кукурузы, где было внесено 80 кг/га азота, в период уборки запасы азота не отличались от значений перед посевом. Дальнейшее повышение уровня минерального питания на планируемую урожайность до 6,0 т/га зерна кукурузы обеспечило увеличение запасов нитратного азота на 25% относительно первоначальных значений.

Важным элементом в питании кукурузы является фосфор, его недостаток приводит к удлинению вегетационного периода. Также из-за относительно холодных почв региона кукуруза плохо усваивает этот элемент. В нашем опыте запасы подвижного фосфора составляли 232 кг/га, что соответствовало средней обеспеченности этим элементом. В фазу восковой спелости зерна кукурузы на контроле этот показатель уменьшился до 154 кг/га, что было на 34% ниже, чем первоначальные значения. На варианте с планируемой урожайностью 4,0 т/га зерна кукурузы запасы этого элемента снизились на 45% относительно значений, полученных перед посевом кукурузы. На варианте с планируемой урожайностью 5,0 и 6,0 т/га зерна запасы фосфора также уменьшались, расход фосфора при этом составил 81 и 68 кг/га соответственно.

Калий при выращивании кукурузы в Зауралье играет весьма значительную роль. При недостаточном количестве накопленного в кукурузе калия кратковременные заморозки приводят к повреждениям или даже гибели посевов. В нашем исследовании запасы подвижного калия весной перед посевом составляли 503–509 кг/га, почва характеризовалась как высокообеспеченная. На естественном агрофоне к периоду уборки запасы этого элемента снизились до 187 кг/га. На удобрённых вариантах происходило также снижение, однако благодаря дополнительному внесению калийных удобрений снижение было ниже, чем на контроле, и составило не более 53% относительно первоначальных значений.

Анализ динамики запасов питательных веществ даёт лишь представление об изменении этих показателей в почве, однако не раскрывает всей картины динамики питательных веществ. Биогенный вынос показывает, какое количество питательных веществ усвоила кукуруза на протяжении вегетации. На естественном агрофоне биогенный вынос составлял не более 98 кг/га, из них 66% находилось в зерне (табл. 2). Хозяйственный вынос азота зерном кукурузы при этом составлял 24 кг/т, зелёной массой – 7 кг/т сухого вещества.

1. Запасы питательных веществ в посевах кукурузы, выращиваемой на чернозёме выщелоченном, кг/га

Вариант	N-NO <sub>3</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	перед посевом	восковая спелость	перед посевом	восковая спелость	перед посевом	восковая спелость
I – контрольный	32	17	232	154	506	187
II – NPK, 4,0 т/га	33	35	233	127	509	264
III – NPK, 5,0 т/га	32	37	233	152	503	300
IV – NPK, 6,0 т/га	30	40	232	164	509	237
НСР <sub>05</sub>	2		7		12	

2. Биогенный вынос питательных веществ кукурузой, выращиваемой на чернозёме выщелоченном, кг/га

Вариант	Азот		Фосфор		Калий	
	зерно	вегетативная масса	зерно	вегетативная масса	зерно	вегетативная масса
I – контрольный	64	34	38	10	18	195
II – NPK, 4,0 т/га	90	53	29	18	19	205
III – NPK, 5,0 т/га	67	42	23	29	19	219
IV – NPK, 6,0 т/га	87	43	65	43	25	223

С внесением минеральных удобрений кукуруза начинает интенсивней потреблять азот и биогенный вынос увеличивается до 143 кг/га, наибольшая часть из которого приходится на зерно. Однако с увеличением вносимых доз минеральных удобрений отношение биогенного выноса азота зерном и вегетативной массой начинает повышаться. Хозяйственный же вынос зерном и зелёной массой при этом заметно не отличался.

Биогенный вынос фосфора кукурузой, выращиваемой при естественном плодородии чернозёма выщелоченного, составлял 48 кг/га, из них более 38 кг/га приходилось на зерно. Хозяйственный вынос при этом зерном составлял 12 кг/т, зелёной массой – 4 кг/т сухого вещества. С внесением дополнительного фосфорного питания биогенный вынос этого элемента повысился до 109 кг/га. Стоит отметить, что увеличение выноса фосфора связано с его значительным повышением в вегетативной массе кукурузы, однако хозяйственный вынос зелёной массой значительно не изменялся.

Вынос калия кукурузой на варианте без использования минеральных удобрений составлял около 212 кг/га, где более 92% приходилось на вегетативную массу. Хозяйственный вынос при этом составлял 55 кг/т зерна. С увеличением доз вносимых минеральных удобрений биогенный вынос этого элемента закономерно повышался, в основном за счёт увеличения его выноса вегетативной массой, где хозяйственный вынос зерном уменьшался до 43 кг/т. Так, на варианте с планируемой урожайностью 6,0 т/га зерна кукурузы, где было дополнительно внесено 100 кг/га калия, его вынос увеличился на 15% относительно естественного агрофона. Вынос зелёной массой калия существенно не изменился от внесения дополнительного питания и составил 14–16 кг/т сухого вещества.

**Выводы.** Выращивание кукурузы на полях с естественным агрофоном приводит к снижению запасов питательных веществ: азота – с 33 до 17 кг/га; фосфора – с 232 до 154 кг/га; калия – с 506 до 187 кг/га. Внесение минеральных удобрений в дозах, рассчитанных методом элементарного баланса, стабилизирует питательный режим пахотного чернозёма под посевами кукурузы. Биогенный вынос NPK кукурузой на естественном агрофоне составляет 98 кг/га азота, фосфора – 48 кг/га, калия – 213 кг/га. В зерне сосредоточено до 65% азота, 79% фосфора и 8% калия от общего количества поглощённых веществ. Внесение возрастающих доз минеральных удобрений увеличивает биогенный вынос азота до 31%, фосфора – 56 и калия – 14%. Хозяйственный вынос азота зерном кукурузы при отсутствии удобрений составляет 24 кг/т, зелёной массой – 7 кг/т сухого вещества; фосфора – 12 кг/т зерном и 4 кг/т сухого вещества; калия – 52 и 16 кг/т соответственно. Внесение минеральных удобрений увеличивало хозяйственный вынос азота и фосфора зерном на 19 и 58% соответственно.

**Литература**

1. Сотченко В.С. Зерновая продуктивность гибридов кукурузы как функция географических пунктов, сроков посева и длительности хранения семян / В.С. Сотченко, А.Г. Горбачева, А.Э. Панфилов, И.А. Ветошкина, А.Д. Замятин // АПК России. 2016. № 3. С. 687–694.
2. Храмов И.Ф., Кошелев Б.С. Развитие сельскохозяйственной науки в Омском регионе. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2015. 588 с.
3. Ермохин Ю.И. Управление почвенным плодородием и питанием культурных растений. Омск: Литера. 2014. Т. 2. 239 с.
4. Пестрикова Е.С. Нормативы потребления элементов питания зерновой кукурузой в условиях Северного Зуралья // АПК России. 2014. Т. 70. С. 205–209.
5. Шелганов И.И., Воронин А.Н. Особенности минерального питания кукурузы // Кукуруза и сорго. 2008. № 4. С. 10–11.
6. Eremin D.I. Changes in the content and quality of humus in leached chernozems of the Trans-Ural forest-steppe zone under the impact of their agricultural use / D.I. Eremin // Eurasian soil science. 2016. T49. No 5. pp. 538-545. DOI: 10.1134/S1064229316050033

7. Ерёмин Д.И. Динамика подвижного фосфора пахотного чернозёма при длительном использовании органоминеральной системы удобрения в лесостепной зоне Зауралья // Плодородие. 2015. № 4 (85). С. 13–16.
8. Ерёмин Д.И. Влияние длительного использования органоминеральной системы удобрения зернового севооборота на динамику подвижного калия чернозёма выщелоченного // Плодородие. 2016. № 2. С. 28–31.
9. Новохатин В.В. Биоклиматические ресурсы Северного Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2015. № 8 (138). С. 22–28.
10. Ерёмин Д.И., Дёмин Е.А. Фосфорный режим кукурузы, выращиваемой по зерновой технологии в лесостепной зоне Зауралья // Агропродовольственная политика России. 2017. № 5 (65). С. 86–91.
11. Панфилов Э.А. Норма и стабильность реакции гибридов кукурузы на температуру почвы в период прорастания / А.Э. Панфилов, А.Г. Горбачева, И.А. Ветошкина, Н.А. Колесникова // АПК России. 2015. Т. 71. С. 102–106.
12. Абрамов Н.В., Ерёмин Д.И. Морфогенетические особенности чернозёмных почв восточной окраины зауральской лесостепи // Аграрный вестник Урала. 2008. № 2. С. 62–64.
13. Ерёмин Д.И. Агрогенная трансформация чернозёма выщелоченного Северного Зауралья: автореф. дисс. ... докт. биол. наук. Тюмень, 2012. 34 с.
14. Дёмин Е.А., Ерёмин Д.И. Азотный режим кукурузы, выращенной по зерновой технологии в лесостепной зоне Зауралья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 12 (158). С. 10–16.