

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

**Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян**

**ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ  
КУКУРУЗЫ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

*Методические указания*

Электронное издание

Красноярск 2018

ББК 40.449

В 68

*Рецензенты:*

*Н.А. Табаков, д-р с.-х. наук, профессор Красноярского  
государственного аграрного университета*

*А.А. Шпедт, д-р с.-х. наук, заместитель директора по научной  
работе Красноярского НИИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН*

В 68 *Волошин, Е.И.* Применение удобрений при возделывании кукурузы в Средней Сибири: метод. указания [Электронный ресурс]/ *Е.И. Волошин, А.Т. Аветисян*; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 31 с.

Представлены методические рекомендации по применению удобрений при возделывании кукурузы в Средней Сибири. Проанализированы биологические особенности культуры, изучено значение макро- и микроэлементов в питании растений.

Предназначено для специалистов АПК, магистров и бакалавров, обучающихся по направлению подготовки «Агрономия», «Агрохимия и агропочвоведение», «Ландшафтная архитектура».

ББК 40.449

© *Волошин Е.И., Аветисян А.Т., 2018*

© *ФГБОУ ВО «Красноярский государственный  
аграрный университет», 2018*

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....  | 4  |
| 1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУКУРУЗЫ.....                     | 5  |
| 2. РОЛЬ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПИТАНИИ<br>РАСТЕНИЙ.....     | 9  |
| 3. ПОЧВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО<br>ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ..... | 14 |
| 4. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ<br>КУКУРУЗЫ.....       | 17 |
| 4.1. Методы определения потребности растений в удобрениях..... | 17 |
| 4.2. Дозы и технология внесения удобрений.....                 | 21 |
| 5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ<br>КУКУРУЗЫ.....       | 24 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....  | 27 |
| ЛИТЕРАТУРА.....  | 28 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ.....  | 30 |

## ВВЕДЕНИЕ

Кукуруза является важнейшей продовольственной, кормовой и технической культурой. Благодаря высокой урожайности, кормовым достоинствам и технологичности возделывания эта культура выращивается в разных регионах страны.

Кукурузное зерно отличается высокими кормовыми достоинствами – 1 кг содержит 1,34 кормовых единиц и 78 г переваримого протеина. В нем содержится 65–70 % безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), 9–12 – белка, 4–5 – жира, 2 – сахара, 5 % – пентозана и очень мало клетчатки. В состав золы входят соли кальция, магния, фосфора, алюминия, железа, натрия, калия и хлора. В 100 г зерна кукурузы содержится 1,382 МДж обменной энергии, тогда как в зерне пшеницы – 1,236 МДж, ячменя – 1,119, овса – 1,080 МДж. Калорийность зерна кукурузы выше, чем у других зерновых культур.

Зерно кукурузы пригодно для кормления всех видов сельскохозяйственных животных и птицы. На корм скоту используют силос, зеленую массу, солому и стержни початков. Зерно кукурузы является неотъемлемой частью комбикормов, его переваримость у животных достигает 90 %. Кукуруза занимает важное место в поукосных и пожнивных посевах, способствует более интенсивному использованию пашни и увеличению сбора зерна с единицы площади, является высокопродуктивной страховой культурой для восстановления зернового клина в случае гибели озимых колосовых от неблагоприятных погодных условий. В полосных и смешанных посевах кукурузу используют как кулисное растение.

В повышении урожайности кукурузы и улучшении качества продукции большое значение принадлежит рациональному использованию минеральных и органических удобрений. Применение удобрений при возделывании кукурузы в различных зонах региона должно проводиться с учетом потребности растений в тепле и влаге, планируемой урожайности в зависимости от обеспеченности почв питательными веществами. Внедрение научно обоснованных способов применения удобрений, оптимизация питания растений макро- и микроэлементами должны способствовать повышению продуктивности кукурузы и обеспечению животноводческой отрасли сбалансированными по минеральному составу кормами.

## 1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУКУРУЗЫ

**Требования к температуре.** Кукуруза является теплолюбивым растением, ее семена дружно прорастают при прогревании почвы в слое 0–10 см до +10 °С. Рост вегетативной массы растений происходит при среднесуточной температуре воздуха выше +10 °С. Оптимальной для кукурузы в первой половине вегетации считается среднесуточная температура воздуха +18–20 °С, во второй половине вегетации +22–23 °С.

Эффективная температура для растений периода посев – всходы составляет 46–80 °С, всходы-выметывание метелки – 242–581, выметывание – цветение метелки – 90–100, цветение метелки – появление рылец 9–21, появление рылец – молочная спелость 166–200, молочная спелость – восковая спелость –121–123 °С.

Первые три листа формируются за счет запасов семени при температуре около плюс 21 °С. На образование каждого листа требуется 1,5–2 дня. Высокая температура и низкая влажность воздуха снижают жизнеспособность пыльцы и отрицательно отражаются на опылении и озерненности початков. При температуре воздуха выше 30 °С и относительной влажности около 30 % нарушаются нормальные процессы цветения и опыления, обезвоживается пыльца.

В весенний период всходы кукурузы могут повреждаться заморозками. Осенние заморозки более опасны для кукурузы. При температуре -1–2 °С листья отмирают, а при температуре -3 °С повреждаются невызревшие зерно, оно загнивает и теряет кормовую ценность. Длина вегетационного периода кукурузы определяется наследственными особенностями гибридов и сортов.

Каждый гибрид для достижения полной спелости зерна требует определенной суммы температур. Сумма эффективных температур выше 10 °С для раннеспелых гибридов составляет 900–1000 °С, среднеранних – 1100–1150, среднеспелых – 1160–1190, среднепоздних 1200–1280, позднеспелых – 1300–1400 °С.

В Западно-Сибирском и Восточно-Сибирском регионах для возделывания рекомендуется использовать раннеспелые гибриды кукурузы [Кукуруза в Сибири, 2004; Аветисян, Данилов, Мудрова, 2017; Государственный реестр ... , 2017; Итоги заседания..., 2017].

**Водный режим.** Кукуруза по требовательности к водному режиму относится к мезофитам. На образование 1 ц сухого вещества

она расходует от 174 до 406 ц воды. Для прорастания кукурузы необходимо около 44 % воды от веса семени.

Количество влаги в почве и распределение атмосферных осадков в течение вегетационного периода оказывает большое влияние на рост, развитие и формирование урожая кукурузы. Влага играет важную физиологическую роль – способствует поступлению и передвижению в растениях элементов питания, участвует в фотосинтезе и обмене веществ, регулировании температуры в тканях растений.

Кукуруза характеризуется большой потребностью в воде в течение всей вегетации. При недостатке влаги понижается фотосинтез, усиливается дыхание, ослабляются ростовые процессы, снижается урожайность и ухудшается качество растительной продукции.

Являясь засухоустойчивой культурой, кукуруза наибольшую потребность во влаге испытывает перед началом выбрасывания метелки – в период образования початков и налива зерна. В это время культура накапливает до 80 % сухого вещества.

Оптимальные условия увлажнения у растений складываются при влажности в корнеобитаемом слое почвы на уровне 75–80 %. При переувлажнении почв кукуруза резко снижает урожай зерна и зеленой массы. Нехватка воды на любой стадии развития растений может привести к сокращению урожайности кукурузы.

Выращивание кукурузы в орошаемых условиях в значительной степени повышает продуктивность растений.

**Требование к свету.** Кукуруза – культура короткого дня, цветение и оплодотворение происходит более интенсивно в условиях короткого дня и при коротковолновом спектре света. Быстрее всего зацветает при 8-, 9-часовом дне. При продолжительности дня свыше 12–14 ч вегетационный период растений удлиняется. Кукуруза требует интенсивного солнечного освещения.

При затенении происходит уменьшение листовой поверхности растений, замедляется наступление фенологических фаз, ослабляются поглощение питательных веществ, происходит снижение урожайности кукурузы. В загущенных посевах формируются очень тонкие растения с бледно-желтой окраской, на них образуются небольшие початки. Оптимальный световой режим для растений создается при равномерном размещении их на площади поля и нормальной густоте посевов.

**Требования к почве.** Кукуруза является требовательной культурой к условиям произрастания. Под её посевы отводят участки с наи-

более плодородными почвами и хорошими предшественниками. Кукуруза дает высокие урожаи на почвах, богатых азотом, с хорошими физическими свойствами, рыхлых, проницаемых для воды и воздуха.

Требования кукурузы к гранулометрическому составу почвы определяются климатическими условиями. При достаточной влажности кукуруза успешно произрастает на песчаных, супесчаных и глинистых почвах. Кукуруза не переносит засоленных и тяжелых, сильно заплывающих почв. Наилучшие условия для роста и развития кукурузы создаются на черноземах, сочетающих высокое плодородие и обеспеченность влагой. Кукуруза хорошо растет на всех типах почв при  $pH_{KCl}$  4,8–8,8, однако ее максимальная урожайность наблюдается при  $pH_{KCl}$  6,5–7,0. При кислотности почв ( $pH_{KCl} < 5,0$ ) урожайность кукурузы снижается в несколько раз. На кислых почвах перед выращиванием кукурузы необходимо проводить их известкование. Дозы извести устанавливают по гидролитической кислотности,  $pH_{KCl}$  и гранулометрическому составу почвы. На легких по гранулометрическому составу почвах необходимо использовать доломитовую муку, или доломитизированную известняковую муку. Известь для полноты взаимодействия с почвой лучше вносить под предшественник кукурузы или после его уборки.

**Требования к питанию.** Кукуруза имеет мощную корневую систему, способную извлекать питательные вещества из большого объема почвы. На формирование 1 ц основной продукции урожая кукурузы в среднем выносятся 0,4 кг азота, 0,1 кг фосфора и 0,4 кг калия. В процессе вегетации поглощение питательных веществ растениями кукурузы происходит неодинаково. В начальные фазы роста растения потребляют большое количество питательных веществ.

По мере роста и развития растений поглощение питательных веществ усиливается. Наибольшее количество элементов питания в растениях накапливается перед выметыванием метелок.

В первой половине вегетации кукуруза использует 40 % азота, 28 %, фосфора, 70 % калия от общей потребности растений. Накопление сухого вещества в стеблях прекращается в начале формирования зерна, а в листьях – в фазу молочно-восковой спелости зерна, и начинается усиленное перемещение питательных веществ из вегетативных органов в репродуктивные.

На налив зерна из других органов растений используется до 59 % азота, 36 % фосфора, 82 % калия. Остальное количество посту-

пает в зерно за счет продолжающегося притока элементов питания из почвы.

Поглощение азота растениями продолжается почти до созревания. Однако максимальное потребление приходится на период за две-три недели до выбрасывания метелок.

Усвоение фосфора растениями кукурузы происходит более длительное время. Кукуруза усваивает этот элемент равномерно вплоть до созревания. Большую потребность в дополнительном фосфорном питании растения испытывают в начальный период своего развития.

Достаточная обеспеченность растений фосфором способствует мощному развитию корневой системы, более раннему образованию початков и ускорению их созревания.

Кукуруза интенсивно поглощает калий в первый период вегетации. При выращивании ее на зерно накопление калия во второй половине вегетации резко снижается в результате оттока его из растений в почву.

На содержание питательных веществ в урожае кукурузы значительное влияние оказывают почвенно-климатические условия и технология возделывания. Данные потребности кукурузы в процессе роста в основных элементах питания и выносе их урожаем необходимо учитывать при разработке системы удобрения этой культуры.



## 2. РОЛЬ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПИТАНИИ РАСТЕНИЙ

*Азот* играет ведущую роль в формировании высокой продуктивности кукурузы. Этот элемент в растениях повышает количество хлорофилла, ускоряет синтез белков, способствует работе фотосинтетического аппарата, усиливает развитие листовой поверхности, увеличивая продолжительность ее деятельности.

Недостаток азота снижает интенсивность усвоения элементов минерального питания. При недостатке азота в начале вегетации замедляются ростовые процессы, листья приобретают бледно-зеленую или желто-зеленую окраску. Признаки азотного голодания – низкорослость растений, отмирание листьев по направлению от кончика листа к основанию в виде желтой полосы.

При недостатке азота в критическую фазу развития формируются небольшие по размеру початки, вершина которых не заполнена зерном, оно характеризуется пониженным содержанием белка.

*Фосфор* играет большую роль в азотном обмене и синтезе белков, способствует ускоренному прорастанию семян, усиленному развитию растений, повышает их холодостойкость и засухоустойчивость. Он поступает в растения почти до созревания зерна.

Фосфор в отличие от азота и калия поступает в растения в значительно меньшем количестве. Потребность фосфора возрастает в начале вегетации при холодной погоде из-за недостаточного поступления через слаборазвитую корневую систему. Дефицит фосфора проявляется в фиолетово-пурпурной окраске растений.

При высоком содержании фосфора в почве эффективность фосфорных удобрений очень низкая, при их внесении без азотных и калийных удобрений усиливается дефицит цинка.

При недостатке фосфора задерживается рост растений, холодная погода усиливает признаки фосфорного голодания. Из-за недостатка фосфора в период вегетации початки остаются недоразвитыми, часто бывают уродливой формы, с мелким зерном и искривленными рядами. Корневая система растений, которые недополучили фосфор в течение вегетации, характеризуется мелким залеганием корней и недостаточной их разветвленностью.

Недостаток фосфора в ранние сроки развития растений кукурузы не может быть полностью компенсирован внесением его в более поздние сроки.

**Калий** поступает в растения кукурузы с первых дней появления всходов. Этот элемент принимает активное участие в углеводном и белковом обмене веществ. Калийное питание повышает устойчивость растений к засухе, полеганию и грибковым заболеваниям, обеспечивает хорошую наполненность зерна. Калий усиливает поступление азота в растения, его синтез в органические соединения.

При недостатке калия в начале вегетации замедляется рост растений, листья приобретают желто-зеленую окраску, кажутся непропорционально длинными по отношению к высоте растений. Край нижних листьев сначала бледнеют, затем становятся коричневыми, верхушки и края листьев высыхают как от ожога и отмирают. Початки становятся щуплыми, с плохим мелким зерном, верхушка початка заострена, с плохим наполнением или вообще без завязи.

**Магний.** Недостаток этого элемента отмечается на почвах облегченного гранулометрического состава. Магниевое голодание наблюдается на кислых почвах и почвах с высокой водопроницаемостью.

Магний содержится в растениях в минеральной и органической форме. Он участвует в углеводном обмене, входит в состав хлорофилла, фитина и пектиновых веществ. Этот элемент играет важную физиологическую роль в процессе фотосинтеза, активизирует фосфатазу, оказывает влияние на ход окислительных, восстановительных процессов в растениях.

Признаки магниевое голодания растений проявляются в торможении синтеза азотосодержащих соединений и хлорофилла. Внешним признаком недостаточности этого элемента является хлороз листьев. При дефиците магния проявляется наличие продольных светло-желтых полосок вдоль жилок листьев, зачастую сопровождаемое светло-фиолетовой окраской нижней стороны листьев. В дальнейшем при усилении магниевое голодания хлороз сопровождается отмиранием тканей между жилками в виде коричневых, светло-серых, красных пятен различной конфигурации.

При избытке магния в растениях начинают отмирать корни, они перестают усваивать кальций.

**Цинк** имеет важное значение в жизни растений. Он является катализатором и активатором во многих физиолого-биохимических процессах, принимает активное участие в азотном обмене. Цинк входит в состав ферментов, принимает участие в белковом, липидном,

углеводном, фосфорном обмене веществ, биосинтезе витаминов и ростовых веществ.

При недостатке цинка всходы кукурузы имеют светлую белесовато-зеленую окраску, эти участки часто отмирают. На листьях молодых растений между жилками образуются светлые, желтоватые полосы, сами жилки при этом остаются зелеными. Рост растений замедляется, междоузлия становятся укороченными. По мере роста и развития растений эти признаки исчезают, но початки образуются мелкие и плохо развитые.

По отношению к цинку кукуруза является очень чувствительной культурой. Дефицит цинка снижает устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды. Избыточное содержание цинка в растениях происходит при техногенном загрязнении агроценозов. Цинковый токсикоз на молодых листьях растений проявляется в виде хлороза. Из-за антагонизма ионов при избытке цинка тормозится поступление в растения меди.

**Бор.** Основные биохимические функции бора связаны с метаболизмом углеводов и переносом сахаров через мембраны, синтезом нуклеиновых кислот и фитогормонов. Бор играет важную роль в опылении и оплодотворении цветков.

Основными признаками нехватки бора у кукурузы являются маленькие, недоразвитые, часто искривленные початки и плохое их осеменение. Часто несколько початков формируются вместе в один. При дефиците бора растения имеют укороченные и утолщенные междоузлия, а листья, скрученные у основания, толщина которых больше, чем обычно.

Из-за недостатка бора метелки у кукурузы отмирают. При борном токсикозе листья растений становятся темно-зелеными, вялыми, ростовые точки темнеют и загнивают, наблюдается хлороз листовой пластины, и они преждевременно отмирают. Избыток бора в растениях наблюдается на засоленных почвах.

**Медь** необходима растениям в небольшом количестве. Она участвует в процессах окисления, входит в состав ферментов, усиливает интенсивность дыхательных процессов, придает хлорофиллу большую устойчивость, улучшает фотосинтетическую деятельность и водный баланс в растениях. Под влиянием меди повышается устойчивость растений к высоким и низким температурам, уменьшается их поражаемость грибными и бактериальными заболеваниями.

Недостаток меди вызывает у растений задержку роста и цветения, хлороз листьев, потерю тургора и увядание. При дефиците меди задерживается образование углеводов и белков, происходит торможение роста растений. Общий симптом дефицита меди – побеление самых молодых листьев и скручивание их с последующим увяданием и отмиранием. Кукуруза характеризуется средней отзывчивостью к меди.

Сортовые особенности растений оказывают большое влияние на степень проявления симптомов медной недостаточности. Дефицит меди приводит к уменьшению образования зерен и увеличивает пустозёрность початков.

**Молибден** участвует в окислительно-восстановительных процессах, углеводном, фосфорном обмене, синтезе витаминов и хлорофилла, повышает усвояемость железа и кальция растениям. Молибден оказывает положительное влияние на морозостойкость и засухоустойчивость растений. Он входит в состав фермента нитратредуктазы, без которого невозможен синтез белковых веществ.

При дефиците молибдена листья имеют желто-зеленые или бледно-оранжевые межжилковые пятна (хлороз). При избытке молибдена ограничивается поступление бора, никеля, кобальта, марганца, цинка, меди в растения. Симптомы избытка молибдена вызывают хлороз листьев и угнетение роста корневой системы растений.

**Марганец** принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах: фотосинтезе, дыхании, усвоении молекулярного и нитратного азота, образовании хлорофилла. Этот элемент входит в состав ферментов, способствует образованию витаминов, накоплению сахаров, белков, синтезу нуклеиновых кислот и передаче наследственной информации.

Марганец регулирует водный режим в растениях, повышает устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды, влияет на плодоношение и способствует ускорению их развития.

При недостатке марганца в почве растения заболевают серой пятнистостью, которая может вызвать их гибель. Она проявляется в первую очередь у молодых листьев в виде межжилкового хлороза. При дефиците марганца ослабляется рост и наблюдается потеря тургора клетками, снижается устойчивость растений к низким температурам.

При избытке в почве подвижного марганца в растениях ухудшается углеводный, белковый, фосфатный обмен веществ, нарушаются

процессы закладки генеративных органов, оплодотворения и налива зерна.

**Кобальт** участвует в углеводном и минеральном обмене, синтезе хлорофилла в листьях, увеличивает интенсивность дыхания и содержания аскорбиновой кислоты в растениях. Этот элемент входит в состав ферментов и витамина В<sub>12</sub>, белков и нуклеиновых кислот.

Недостаток кобальта проявляется в хлорозе листьев, приводит к снижению интенсивности физиолого-биохимических процессов. При дефиците кобальта в кормах животные заболевают аacobальтозом (сухотка). Избыток кобальта в растениях наблюдается на загрязненных почвах. Характерными признаками токсикоза являются межжилковый хлороз молодых листьев, их побеление и отмирание.

### 3. ПОЧВЕННАЯ ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

Увеличение продуктивности сельскохозяйственных угодий невозможно без сохранения и воспроизводства плодородия почв. Решение этой проблемы связано с внедрением в земледелии научно обоснованной системы удобрения культур. В этой системе особое значение имеют агрохимические методы контроля условий минерального питания растений.

Почвенная диагностика представляет собой один из методов оптимизации минерального питания растений, которая позволяет в полевых условиях провести корректировку системы удобрения культур на основании региональных показателей содержания микро- и макроэлементов в почве.

Определение содержания доступных для растений питательных веществ в почве и их регулирование в агроценозах является необходимым условием повышения эффективности применяемых удобрений. Для оценки уровня плодородия почвы по степени обеспеченности подвижными (доступными) формами элементов питания и расчете доз минеральных удобрений используют показатели (индексы) обеспеченности.

В таблицах 1–4 приведена группировка почв по степени обеспеченности элементами питания, которая рекомендуется при выращивании сельскохозяйственных культур в Красноярском крае. Проверка почв на содержание питательных веществ проводится в центрах (станциях) агрохимической службы.

Таблица 1 – Содержание нитратного азота в почве

| Группа | Содержание нитратного азота | N-NO <sub>3</sub> , мг/кг | Оценка плодородия | Потребность в азотных удобрениях |
|--------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1      | Очень низкое                | < 4,0                     | Низкое            | Высокая                          |
| 2      | Низкое                      | 4,1-8,0                   |                   |                                  |
| 3      | Среднее                     | 8,1-12,0                  | Среднее           | Средняя                          |
| 4      | Повышенное                  | 12,1-16,0                 |                   |                                  |
| 5      | Высокое                     | 16,1-20,0                 | Высокое           | Низкая                           |
| 6      | Очень высокое               | >20,1                     |                   |                                  |

**Таблица 2 – Группировка почв по содержанию подвижного фосфора**

| Группа  | Содержание подвижного фосфора | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг |                 |                | Оценка плодородия | Потребность в удобрениях |
|---|-------------------------------|---------------------------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|
|   |                               | Метод Чирикова                        | Метод Кирсанова | Метод Мачигина |                   |                          |
| Для почв степного типа Ачинско-Боготольской, Чулымо-Енисейской, Канской, Красноярской лесостепи |                               |                                       |                 |                |                   |                          |
| 1   | Очень низкое                  | < 25                                  | -               | -              | Низкое            | Высокая                  |
| 2   | Низкое                        | 26-50                                 | -               | -              |                   |                          |
| 3   | Среднее                       | 51-100                                | -               | -              | Среднее           | Средняя                  |
| 4   | Повышенное                    | 101-150                               | -               | -              |                   |                          |
| 5   | Высокое                       | 151-200                               | -               | -              | Высокое           | Низкая                   |
| 6   | Очень высокое                 | > 200                                 | -               | -              |                   |                          |
| Для почв степного типа Минусинской лесостепи  |                               |                                       |                 |                |                   |                          |
| 1   | Очень низкое                  | < 100                                 | -               | -              | Низкое            | Высокая                  |
| 2   | Низкое                        | 101-150                               | -               | -              |                   |                          |
| 3   | Среднее                       | 151-200                               | -               | -              | Среднее           | Средняя                  |
| 4   | Повышенное                    | 201-250                               | -               | -              |                   |                          |
| 5   | Высокое                       | 251-300                               | -               | -              | Высокое           | Низкая                   |
| 6   | Очень высокое                 | > 300                                 | -               | -              |                   |                          |
| Для почв подзолистого типа всех зон края  |                               |                                       |                 |                |                   |                          |
| 1   | Очень низкое                  | -                                     | < 50            | -              | Низкое            | Высокая                  |
| 2   | Низкое                        | -                                     | 51-100          | -              |                   |                          |
| 3   | Среднее                       | -                                     | 101-150         | -              | Среднее           | Средняя                  |
| 4   | Повышенное                    | -                                     | 151-200         | -              |                   |                          |
| 5   | Высокое                       | -                                     | 201-250         | -              | Высокое           | Низкая                   |
| 6   | Очень высокое                 | -                                     | > 250           | -              |                   |                          |
| Для карбонатных почв всех зон края  |                               |                                       |                 |                |                   |                          |
| 1   | Очень низкое                  | -                                     | -               | < 10           | Низкое            | Высокая                  |
| 2   | Низкое                        | -                                     | -               | 11-20          |                   |                          |
| 3   | Среднее                       | -                                     | -               | 21-30          | Среднее           | Средняя                  |
| 4   | Повышенное                    | -                                     | -               | 31-45          |                   |                          |
| 5   | Высокое                       | -                                     | -               | 46-60          | Высокое           | Низкая                   |
| 6   | Очень высокое                 | -                                     | -               | > 60           |                   |                          |

**Таблица 3 – Группировка почв по содержанию обменного калия в разных природных зонах Красноярского края**

| Группа  | Содержание обменного калия | K <sub>2</sub> O, мг/кг |                 |                | Оценка плодородия | Потребность в удобрениях |
|---|----------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------|
|   |                            | Метод Чирикова          | Метод Кирсанова | Метод Мачигина |                   |                          |
| <b>Для почв степного типа всех зон края</b>     |                            |                         |                 |                |                   |                          |
| 1   | Очень низкое               | < 50                    | -               | -              | Низкое            | Высокая                  |
| 2   | Низкое                     | 51-70                   | -               | -              |                   |                          |
| 3   | Среднее                    | 71-90                   | -               | -              | Среднее           | Средняя                  |
| 4   | Повышенное                 | 91-110                  | -               | -              |                   |                          |
| 5   | Высокое                    | 111-150                 | -               | -              | Высокое           | Низкая                   |
| 6   | Очень высокое              | >150                    | -               | -              |                   |                          |
| <b>Для почв подзолистого типа всех зон края</b> |                            |                         |                 |                |                   |                          |
| 1   | Очень низкое               | -                       | < 50            | -              | Низкое            | Высокая                  |
| 2   | Низкое                     | -                       | 51-100          | -              |                   |                          |
| 3   | Среднее                    | -                       | 101-150         | -              | Среднее           | Средняя                  |
| 4   | Повышенное                 | -                       | 151-200         | -              |                   |                          |
| 5   | Высокое                    | -                       | 201-300         | -              | Высокое           | Низкая                   |
| 6   | Очень высокое              | -                       | > 300           | -              |                   |                          |
| <b>Для карбонатных почв всех зон края</b>       |                            |                         |                 |                |                   |                          |
| 1   | Очень низкое               | -                       | -               | < 100          | Низкое            | Высокая                  |
| 2   | Низкое                     | -                       | -               | 101-200        |                   |                          |
| 3   | Среднее                    | -                       | -               | 201-300        | Среднее           | Средняя                  |
| 4   | Повышенное                 | -                       | -               | 301-400        |                   |                          |
| 5   | Высокое                    | -                       | -               | 401-600        | Высокое           | Низкая                   |
| 6   | Очень высокое              | -                       | -               | > 600          |                   |                          |

**Таблица 4 – Группировка почв по содержанию микроэлементов, определяемых по методу Пейве-Ринкиса [Методические указания ..., 2003]**

| Элемент  | Экстрагирующий раствор                | Градации почв по содержанию микроэлементов, мг/кг |           |         |
|----------|---------------------------------------|---|-----------|---------|
|          |                                       | Низкое  | Среднее   | Высокое |
| Марганец | 0,1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | < 30  | 31-70     | > 70    |
| Цинк     | 1 н. KCl                              | < 0,7   | 0,8-1,5   | >1,5    |
| Медь     | 1 н. HCl                              | < 1,5   | 1,6-3,3   | >3,3    |
| Кобальт  | 1 н. HNO <sub>3</sub>                 | < 1,0   | 1,1-2,2   | >2,2    |
| Бор      | H <sub>2</sub> O                      | < 0,33  | 0,34-0,7  | >0,7    |
| Молибден | Оксалатно-буферный раствор с pH 3,3   | < 0,10  | 0,11-0,22 | >0,22   |



## 4. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КУКУРУЗЫ

### 4.1. Методы определения потребности растений в удобрениях

#### *Определение доз удобрений на основе прямого использования результатов полевых опытов*

Продуктивность культур севооборота является интегральным показателем совокупного воздействия природных и агротехнических факторов на рост и развитие растений, отражающим уровень почвенного плодородия, эффективность применения удобрений и качество агротехники возделывания культур.

Результаты полевых опытов с удобрениями в региональных условиях являются наиболее надежным методом в определении их оптимальных доз. Для установления доз удобрений используют результаты многолетних полевых опытов, проводимых научно-исследовательскими институтами, зональными центрами и станциями агрохимической службы, передовыми хозяйствами (табл. 5).

Эти дозы удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях дифференцируются в зависимости от уровня эффективного плодородия почв, агротехники и планируемого урожая. При расчете доз удобрений учитывают поправочные коэффициенты на вид удобрений, предшественник, гранулометрический состав почв и эродированность (табл. 6–9).

**Таблица 5 – Примерные дозы минеральных удобрений при выращивании кукурузы на зеленый корм на почвах со средним содержанием питательных веществ, кг/га д.в.**

| Тип почвы                          | Элемент |                               |                  |
|------------------------------------|---------|-------------------------------|------------------|
|                                    | N       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Дерново-подзолистые и серые лесные | 80-90   | 60-90                         | 60-90            |
| Черноземы и темно-серые лесные     | 60      | 60                            | 60               |
| При орошении                       |         |                               |                  |
| Черноземы и темно-серые лесные     | 90-120  | 60-90                         | 60-90            |

**Таблица 6 – Поправочные коэффициенты на плодородие почв [Кидин, Торшин, 2016]**

| Содержание в почве нитратного азота, подвижного фосфора, обменного калия | Удобрения |           |          |
|--|-----------|-----------|----------|
|  | азотные   | фосфорные | калийные |
| Очень низкое   | 1,3       | 1,6       | 1,6      |
| Низкое   | 1,2       | 1,4       | 1,4      |
| Среднее  | 1,1       | 1,2       | 1,1      |
| Повышенное   | 1,0       | 1,0       | 1,0      |
| Высокое  | 0,7       | 0,8       | 0,7      |
| Очень высокое  | 0,5       | 0,5       | 0,3      |

**Таблица 7 – Поправочные коэффициенты к годовым дозам азотных удобрений в зависимости от предшественников**

| Предшественник                  | Коэффициент $K_2$ |
|---------------------------------|-------------------|
| Зернобобовые                    | 0,8               |
| Многолетние травы, бобовые      | 0,5               |
| Пары чистые                     | 0,8               |
| По всем другим предшественникам | 1,0               |

**Таблица 8 – Поправочные коэффициенты к годовым дозам минеральных удобрений в зависимости от механического (гранулометрического) состава почвы**

| Механический состав почвы | Коэффициент |          |        |
|---------------------------|-------------|----------|--------|
|                           | N           | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| Глинистый                 | 0,9         | 1,1      | 0,8    |
| Тяжелосуглинистый         | 0,9         | 1,1      | 0,8    |
| Среднесуглинистый         | 1,0         | 1,0      | 1,0    |
| Супесчаный                | 1,0         | 1,0      | 1,2    |
| Песчаный                  | 1,0         | 1,0      | 1,2    |

**Таблица 9 – Поправочные коэффициенты к годовым дозам удобрений в зависимости от степени эродированности почвы**

| Степень эродированности почв | Удобрения |           |          |
|------------------------------|-----------|-----------|----------|
|                              | азотные   | фосфорные | калийные |
| Неэродированная              | 1,00      | 1,00      | 1,00     |
| Слабоэродированная           | 1,10      | 1,05      | 1,05     |
| Среднеэродированная          | 1,30      | 1,10      | 1,10     |
| Сильноэродированная          | 1,50      | 1,20      | 1,20     |

***Определение доз удобрений на основе коэффициентов использования питательных веществ из почвы и удобрений***

В основу расчета доз удобрений берется вынос элементов минерального питания всем планируемым урожаем или его прибавкой, которую необходимо получить за счет удобрений.

Дозу минеральных удобрений (ц/га) рассчитывают по формуле

$$D = 100 (B - PK_{п}) / K_{y} \times C,$$

где B – вынос элемента питания планируемым урожаем, кг/га;

П – содержание питательных веществ в корнеобитаемом слое, кг/га;

$K_{п}$  – коэффициент использования подвижных форм элементов питания из почвы, %;

$K_{y}$  – коэффициент использования питательных веществ из удобрений, %;

C – содержание элементов питания в данном удобрении.

Данные по примерному выносу питательных веществ кукурузой и коэффициентам использования их из почвы и удобрений приведены в таблицах 10–11.

**Таблица 10 – Примерный вынос питательных веществ урожаем кукурузы, кг/ц основной продукции [Система земледелия..., 2015]**

| Основная продукция | Элемент |                               |                  |
|--------------------|---------|-------------------------------|------------------|
|                    | N       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Зерно              | 0,4     | 0,1                           | 0,4              |
| Зеленая масса      | 0,3     | 0,1                           | 0,3              |

**Таблица 11 – Примерные коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений [Программирование урожайности..., 2000]**

| Показатель                                  | Элемент |                               |                  |
|---|---------|-------------------------------|------------------|
|   | N       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Коэффициенты использования из почвы, %      | 10-15   | 6-8                           | 8-10             |
| Коэффициенты использования из удобрений, %: |         |                               |                  |
| минеральные;                                | 60-70   | 20-25                         | 60-70            |
| органические (навоз)                        | 25      | 30-40                         | 50-60            |

В условиях Сибирского региона вынос питательных веществ кукурузой и коэффициенты использования элементов питания из почвы и удобрений изменяются в зависимости от климатических условий, потенциального и эффективного плодородия почв, биологических и сортовых особенностей растений, технологии выращивания, применения минеральных, органических удобрений и химических мелиорантов.

Для определения выноса питательных веществ кукурузой в условиях хозяйств необходимо отобрать образцы растений и определить их химический состав в ближайшем центре (станции) агрохимической службы.

Коэффициенты использования питательных веществ из почвы и удобрений устанавливаются на основании проведения полевых опытов.

### ***Нормативный метод***

В основу метода положены зональные нормативы затрат элементов питания на получение 1 ц растениеводческой продукции (табл. 12).

**Таблица 12 – Нормативы затрат минеральных удобрений на 1 ц основной продукции, кг/га д.в.**

| Культура                 | Питательные вещества, кг д.в./ц |                               |                  |
|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
|                          | N                               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| Кукуруза (зеленая масса) | 0,42                            | 0,25                          | 0,29             |

Расчет доз удобрений проводится по формуле

$$D = Y_{\text{п}} \times H \times K,$$

где  $D$  – доза  $N$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  удобрений на планируемый урожай, кг/га действующего вещества;

$Y_{\text{п}}$  – планируемый урожай, ц/га;

$H$  – норматив затрат удобрений на единицу продукции, кг д.в. (табл. 12);

$K$  – поправочный коэффициент на содержание питательного вещества в почве (табл. 13).

**Таблица 13 – Поправочные коэффициенты для определения доз удобрений в зависимости от содержания питательных веществ в почве на разный урожай**

| Содержание в почве<br>$N-NO_3$ , $P_2O_5$ , $K_2O$ | Планируемый уровень урожая, ц/га |     |     |      |     |     |
|--|----------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|
|  | 100                              | 150 | 200 | 250  | 300 | 350 |
| Очень низкое                                       | 1,0                              | 1,0 | 1,0 | 1,0  | 1,0 | 1,0 |
| Низкое   | 0,7                              | 0,8 | 0,8 | 0,8  | 0,8 | 0,8 |
| Среднее  | 0,3                              | 0,5 | 0,5 | 0,6  | 0,6 | 0,6 |
| Повышенное   | 0,0                              | 0,2 | 0,2 | 0,35 | 0,4 | 0,4 |
| Высокое  | 0,0                              | 0,0 | 0,0 | 0,15 | 0,2 | 0,2 |
| Очень высокое                                      | 0,0                              | 0,0 | 0,0 | 0,0  | 0,1 | 0,1 |

## 4.2. Дозы и технология внесения удобрений

В повышении плодородия почв и продуктивности кукурузы большое значение принадлежит рациональному применению минеральных и органических удобрений. Эффективность удобрений при выращивании кукурузы зависит от климатических условий, плодородия почв, обеспеченности их подвижными элементами питания, предшественника, планируемого урожая и сортовых особенностей растений [Майборода, 1982; Брикман, Гренда, Емельянов, 1986; Гончаров, 1992; Рациональная система..., 1993; Ильин, Гаценбиллер, 1995; Кукуруза в Сибири, 2004; Агротехнологии производства..., 2013; Система земледелия..., 2015].

Система удобрения кукурузы складывается из трех приемов: основного, припосевного и подкормки. Основное внесение удобрений в

значительной мере определяется региональными почвенно-климатическими условиями.

Кукуруза хорошо отзывается на внесение органических удобрений на всех типах региональных почв. Их вносят под предшествующую культуру из расчета 30–60 т/га. Вносят органические удобрения осенью под зяблевую вспашку, на песчаных почвах весной до посева под культивацию. Жидкий навоз при выращивании кукурузы вносят в дозе 60–80 т/га.

При внесении твердого (традиционного) и жидкого навоза необходимо удобрения равномерно распределить по поверхности поля и во избежание потерь аммиака быстро заделать в почву дисковыми боронами или плугом.

Минеральные удобрения являются основным фактором в формировании продуктивности растений. Оптимальное обеспечение кукурузы макро- и микроэлементами не только повышает ее урожайность, но и улучшает биохимический состав растительной продукции и выход зерна.

На дерново-подзолистых и серых лесных почвах подтаежной зоны минеральные удобрения при выращивании кукурузы на зеленый корм в зависимости от предшественника вносят в дозе  $N_{80-90}P_{60-90}K_{60-90}$ . На черноземах и темно-серых лесных почвах лесостепной зоны минеральные удобрения вносят в дозе  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

При возделывании кукурузы в орошаемых условиях минеральные удобрения рекомендуется вносить на черноземах и темно-серых лесных почвах в дозе  $N_{90-120}P_{60-90}K_{60-90}$ .

Внесение более высоких доз азотных удобрений способствует увеличению содержания нитратов в растительной продукции и ухудшает качественный состав корма.

При выращивании кукурузы минеральные удобрения вносят весной под предпосевную культивацию или посева локально-ленточным способом. Если фосфорно-калийные удобрения внесены с осени под зяблевую вспашку, то весной применяют только азотные удобрения.

Подкормку кукурузы азотными удобрениями проводят на слабо обеспеченных азотом дерново-подзолистых, серых лесных почвах и выщелоченных черноземах. Подкормку фосфорными и калийными удобрениями проводят в тех случаях, когда эти удобрения не были внесены до посева или их было внесено мало, и почвы слабо обеспечены подвижными фосфатами и обменным калием.

Дозы минеральных удобрений для подкормки кукурузы азотом, фосфором и калием составляют 30–40 кг/га д.в. Подкормку кукурузы проводят культиваторами-растениепитателями, обеспечивая равномерное распределение удобрений на достаточную глубину во влажные слои почвы.

Микроэлементы играют важную роль в минеральном питании кукурузы. Применение микроудобрений при выращивании кукурузы способствует лучшему использованию азота, фосфора и калия из макроудобрений. Оптимизация питания растений макро- и микроэлементами увеличивает урожайность кукурузы, и улучшает микроэлементный и качественный состав растительной продукции.

Микроудобрения под кукурузу применяют в зависимости от содержания подвижных форм микроэлементов в почве, ассортимента удобрений и сортовых особенностей растений (табл. 14).

**Таблица 14 – Рекомендуемые дозы и способы применения микроудобрений под кукурузу [Аристархов, Державин, Чумаченко, 1987]**

| Культура                  | Микроэлемент | Внесение в почву, кг/га д.в. |         | Предпосевная обработка семян, г д.в./1 т семян | Некорневая подкормка, г/га, д.в. |
|---------------------------|--------------|------------------------------|---------|--|----------------------------------|
|                           |              | до посева                    | в рядки |  |                                  |
| Кукуруза на зеленую массу | В            | -                            | 0,20    | 30-40  | 20-30                            |
|                           | Сu           | 0,5-1,0                      | 0,20    | 170-180  | 20-30                            |
|                           | Mn           | 1,5-3,0                      | 1,50    | 80-100   | 15-25                            |
|                           | Zn           | 1,2-3,0                      | -       | 100-150  | 20-25                            |
|                           | Mo           | 0,6                          | 0,20    | 50-60  | 100-150                          |
|                           | Co           | -                            | -       | 40-50  | -                                |

Рекомендуемые оптимальные дозы минеральных, органических и микроудобрений в каждом сельскохозяйственном предприятии могут быть изменены с учетом агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий и планируемой урожайности кукурузы.

## 5. ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО УРОЖАЯ КУКУРУЗЫ

Создание прочной кормовой базы для животноводства является важнейшей задачей регионального земледелия. В технологии выращивания кукурузы большое влияние на качество урожая оказывают минеральные, органические удобрения и химические мелиоранты. Оптимизация питания растений макро- и микроэлементами способствует повышению плодородия почв, увеличению урожайности и улучшению качества растительной продукции.

Использование удобрений при выращивании кукурузы должно проводиться с учетом плодородия региональных почв, обеспеченности их подвижными формами элементов питания, доз и форм удобрений, сортовых особенностей растений.

Научно обоснованное применение удобрений при возделывании кукурузы обеспечивает животных сбалансированным минеральным питанием. При внесении удобрений в зеленую массу повышается содержание органических питательных веществ, сухого вещества, протеина, углеводов, жиров, аминокислот и витаминов.

При внесении высоких доз азотных удобрений с применением жидкого навоза и животноводческих стоков в растениях может накапливаться повышенное содержание нитратов, превышающее установленные санитарные нормы (ПДК = 500 мг/кг). При поедании кормов с повышенным содержанием нитратов животные заболевают метгемоглобинемией, нарушаются воспроизводительные функции и снижается их продуктивность.

При систематическом внесении фосфорных удобрений и высоких доз химических мелиорантов в зеленой массе могут накапливаться тяжелые металлы и токсичные элементы, вызывающие у животных различные заболевания.

Оценка качества кормов на безопасность проводится по максимально допустимому уровню содержания химических элементов в кормах для сельскохозяйственных животных (табл. 15).

С калийными удобрениями, вносимыми в форме хлористого калия, в почве и растениях может накапливаться хлор. При внесении высоких доз калийных удобрений нарушается баланс магния, кальция, натрия, бора в почве и растениях, что может привести к ухудшению качества зеленого корма и заболеванию животных.



**Таблица 15 – Временный максимально допустимый уровень  
(МДУ) некоторых химических элементов в кормах  
сельскохозяйственных животных, мг**

| Химический элемент | Зерно и зернофураж | Грубый и сочный корм |
|--------------------|--------------------|----------------------|
| Цинк               | 50,0               | 50,0                 |
| Медь               | 30,0               | 30,0                 |
| Свинец             | 5,0                | 5,0                  |
| Кадмий             | 0,3                | 0,3                  |
| Никель             | 1,0                | 3,0                  |
| Кобальт            | 1,0                | 1,0                  |
| Железо             | 100,0              | 100,0                |
| Йод                | 2,0                | 2,0                  |
| Молибден           | 2,0                | 2,0                  |
| Мышьяк             | 0,5                | 0,5                  |
| Ртуть              | 0,1                | 0,05                 |

Правильное применение органических удобрений в технологии возделывания кукурузы способствует улучшению биохимического состава растений. Применяемые при выращивании кукурузы навоз, птичий помет, компосты должны отвечать ветеринарно-санитарным требованиям (в них не должны содержаться яйца гельминтов и патогенных микроорганизмов). Технические требования безопасности и пищевой ценности зерна кукурузы оцениваются принятыми санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.3.2. 1078-01 (табл. 16).

**Таблица 16 – Показатели экологической безопасности  
зерна кукурузы**

| Показатель          | Допустимый уровень, мг/кг, не более |
|---------------------|-------------------------------------|
| 1                   | 2                                   |
| Токсичные элементы: |                                     |
| свинец              | 0,5                                 |
| мышьяк              | 0,2                                 |
| кадмий              | 0,1                                 |
| ртуть               | 0,03                                |
| Микотоксины:        |                                     |
| зеараленон          | 0,1                                 |
| Бенз(а)-пирен       | 0,001                               |

Окончание табл. 16

| 1  | 2              |
|--|----------------|
| Пестициды:<br>гексахлорциклогексан<br>( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -изомеры)    | 0,5            |
| ДДТ и его метаболиты   | 0,02           |
| ртутьорганические пестициды  | Не допускается |
| 2,4-Д кислота, ее соли, эфиры  | Не допускается |
| Радионуклиды:<br>цезий-137   | 70 Бк/кг       |
| стронций-90  | 40 Бк/кг       |
| Вредные примеси:<br>спорынья   | 0,05           |
| наличие зерен с ярко желто-зеленой<br>флуоресценцией (ЖЗФ)                           | 0,1            |
| Загрязненность и зараженность вреди-<br>телями хлебных запасов (насекомые,<br>клещи) | 15,0           |

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Научно обоснованное сбалансированное по элементам питания применение минеральных, органических удобрений и химических мелиорантов является одним из основных факторов повышения продуктивности и улучшения экологической безопасности растительной продукции кукурузы.

Несбалансированное минеральное питание растений макро- и микроэлементами, несоблюдение рекомендованных доз, форм, сроков и способов внесения удобрений без учета агрохимических свойств почв приводит к ухудшению качественного состава растительной продукции и экологического состояния агроценозов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисян, А.Т.* Продуктивность кукурузы и основные приемы ее возделывания в условиях лесостепи Красноярского края / *А.Т. Аветисян, В.П. Данилов, В.Е. Мудрова* // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47. – № 6. – С. 57–65.
2. Агротехнологии производства кормов в Сибири: практ. пособие / Рос. акад. с.-х. наук, СО СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2013. – 248 с.
3. *Аристархов, А.Н.* Методические указания по применению микроудобрений при интенсивных технологиях сельскохозяйственных культур / *А.Н. Аристархов, Л.М. Державин, И.Н. Чумаченко.* – М.: Агропромиздат, 1987. – 36 с.
4. *Брикман, В.И.* Интенсивное кормопроизводство в Восточной Сибири / *В.И. Брикман, С.Г. Гренда, А.М. Емельянов.* – М.: Агропромиздат, 1986. – 176 с.
5. Временный максимально допустимый уровень (МДУ) содержания некоторых химических элементов и госсипола в кормах для сельскохозяйственных животных и кормовых добавках. – М., 1987. – 5 с.
6. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2. 1078-01. – М.: ЗАО «Рит ЭКСПРЕСС», 2002. – 216 с.
7. *Гончаров, П.Л.* Кормовые культуры Сибири: Биолого-ботанические основы возделывания / *П.Л. Гончаров.* – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1992. – 264 с.
8. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Красноярскому краю на 2017 год. – Красноярск, 2016. – С. 11.
9. *Ильин, В.С.* Раннеспелая кукуруза на зерно в Западной Сибири / *В.С. Ильин, В.И. Гаценбиллер.* – Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1995. – 160 с.
10. Кукуруза в Сибири / *Н.И. Кашеваров, В.С. Ильин, Н.Н. Кашеварова* [и др.]. – Новосибирск, 2004. – 399 с.
11. *Кидин, В.В.* Агрохимия: учебник / *В.В. Кидин, С.П. Торшин.* – М.: Проспект, 2016. – 608 с.
12. *Майборода, Н.М.* Почвы, удобрения и урожай / *Н.М. Майборода.* – Красноярск: Изд-во КГУ, 1982. – 216 с.

13. Программирование урожайности полевых культур: учеб. пособие /*Н.М. Майборода* [и др.]; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2000. – 69 с.

14. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Изд-во МСХ РФ, 2003. – 287 с.

15. Итоги заседания комиссии по внесению предложений в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Красноярскому краю на 2018 год. – Красноярск, 2017. – 2 с.

16. Рациональная система кормопроизводства для различных зон Красноярского края: рекомендации. – Новосибирск, 1993. – 386 с.

17. Система земледелия Красноярского края на ландшафтной основе: науч.-практ. рекомендации /под ред. *С.В. Брылева*. – Красноярск, 2015. – 224 с.

18. Составление проекта на применение удобрений: рекомендации. – М., 2000. – 155 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

*Таблица П.1*

### Прибавка урожая зерна и зеленой массы кукурузы от внесения минеральных удобрений, ц/га (данные Всероссийского НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова)

| Зона              | Зерно                        |                               |                  |                              | Зеленая масса                |                               |                  |                              |
|-------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------------------|
|                   | Доза удобрения, кг д.в./1 га |                               |                  | Прибавка урожая от удобрений | Доза удобрения, кг д.в./1 га |                               |                  | Прибавка урожая от удобрений |
|                   | N                            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                              | N                            | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |                              |
| Нечерноземная     | 80                           | 55                            | 55               | 9,7                          | 80                           | 55                            | 55               | 103                          |
| Лесостепная       | 55                           | 50                            | 50               | 8,3                          | 65                           | 60                            | 55               | 70                           |
| Степь черноземная | 45                           | 45                            | 35               | 4,5                          | 50                           | 55                            | 40               | 44                           |
| Степь каштановая  | 40                           | 40                            | 25               | 3,8                          | 45                           | 50                            | 24               | 40                           |

*Таблица П.2*

### Районированные сорта и гибриды кукурузы в Красноярском крае в 2017–2018 гг. [Государственный реестр... , 2017; Итоги заседания..., 2017]

| Культура | Сорт, гибрид         | Зона               |
|----------|----------------------|--------------------|
| Кукуруза | Байкал               | 7, 8               |
|          | Катерина СВ          | 7, 8               |
|          | Корифей              | 8                  |
|          | Кубанский 101 СВ     | 7                  |
|          | Кубанский 141 МВ     | 8                  |
|          | Машук 185 МВ         | 7                  |
|          | Нур                  | 7, 8               |
|          | Обский 140 СВ        | 7                  |
|          | РОСС 140 СВ          | 8                  |
|          | Маркамо (СААТБАУРУС) | 7, 8 (с 2018 года) |
|          | Ричард КВС (КВС)     | 7 (с 2018 года)    |

# ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУКУРУЗЫ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

*Методические указания*

ВОЛОШИН Евгений Иванович  
АВETИСЯН Андроник Телемакович

*Электронное издание*

*Редактор Н.А. Семенкова*

Подписано в свет 26.04.2018. Регистрационный номер 32  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
e-mail: rio@kgau.ru