IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

Роль калия в питании растений и эффективность калийных удобрений

Носов Владимир Владимирович
Региональный директор по Югу и Востоку России, к.б.н.

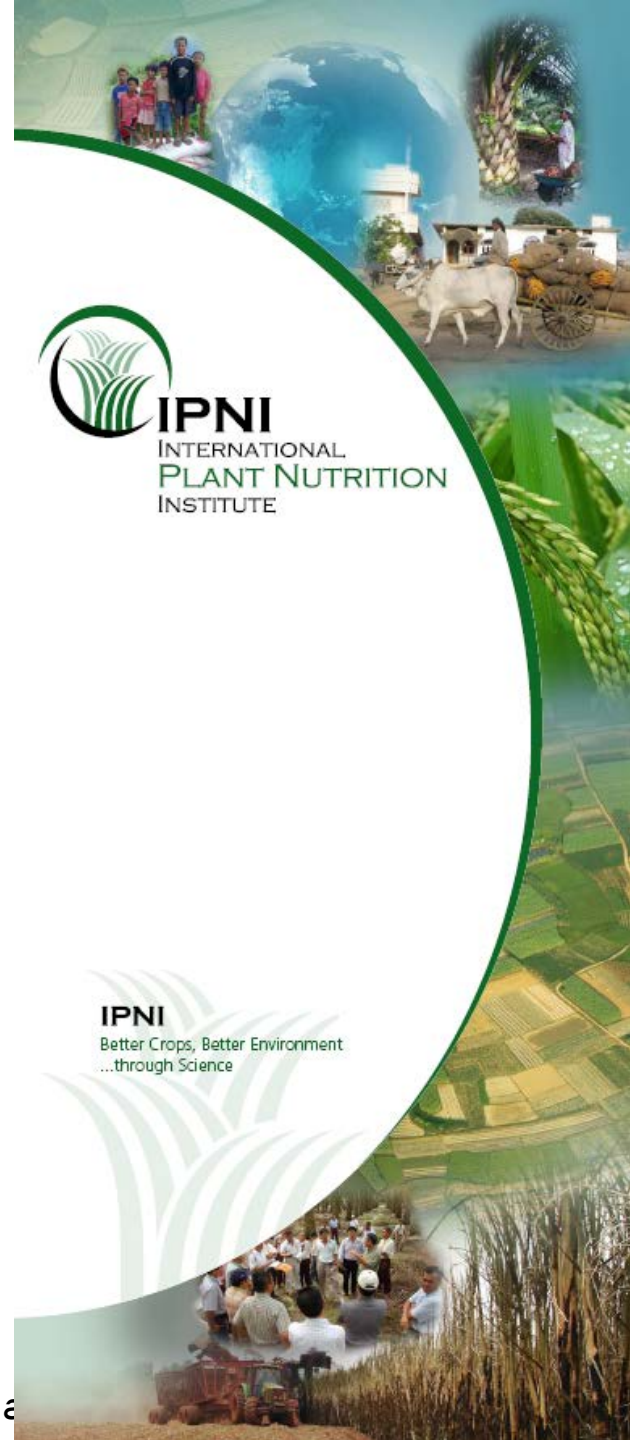
Филиал «Международного института питания растений» в РФ
125466, Москва, ул. Ландышевая, д. 12, офис 17 В
Тел.: (495) 580 64 14
vnosov@ipni.net
www.ipni.net eeca-ru.ipni.net

Конференция «Рынок сахара стран СНГ 2013», Москва, 14 марта 2013 г.

Содержание презентации

- ✓Роль калия (и хлора) в питании растений
- ✓Повышение урожайности и качества продукции при применении калийных удобрений
- ✓Внешние признаки недостатка калия у растений

IPNI



Роль калия (и хлора) в питании растений

Конференция «Рынок сахара стран СНГ 2013», Москва, 14 марта 2013 г

Значимость калийных удобрений

Эффективность других элементов питания

Продуктивность пашни

Структуру урожая

Минеральный состав продукции



Устойчивость к полеганию

Содержание витаминов

Зимостойкость

Содержание незаменимых аминокислот

Засухоустойчи-вость

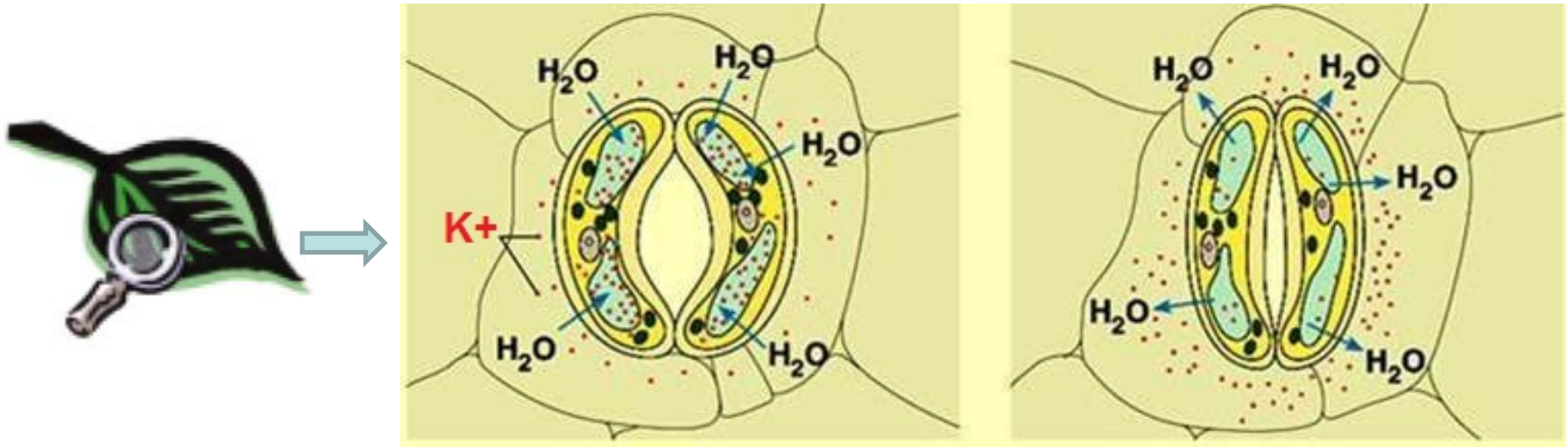
Товарность и сохранность продукции

Качество продуктов переработки

Иммунитет к болезням и вредителям

Источник: адаптировано из В.В. Прокошев, И.П. Дерюгин, 2000

Устойчивость к засухе: регулирование движения устьиц

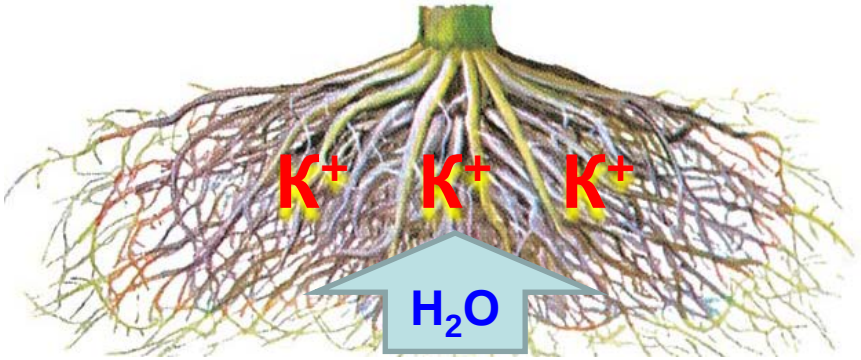


- Испарение воды листьями растений (транспирация) и дыхание (газообмен) осуществляются через устьица. При поступлении калия в замыкающие клетки тургор повышается, и устьица открываются. При снижении концентрации калия в замыкающих клетках тургор снижается, и устьица закрываются.
- При недостатке калия устьица открываются не полностью. Закрытие устьиц при недостатке калия протекает медленно, вызывая излишние потери воды растением.
- Опыт, проведенный с растениями ячменя показал, что в засушливых и ветренных условиях при достаточном питании калием устьица закрываются через 5 мин, а при недостатке калия – только через 45 мин.

Источник: P. Imas, 2003; G.R. Kantharaj (preuniversity.grkraj.org); P.A. Gething, 1990

Устойчивость к засухе: усиление поглощения воды корнями

- ✓ Исследование 19-ти видов растений (культурных, лугово-кормовых, рудеральных и лесных – 10 семейств, 3 типа фотосинтеза) свидетельствует о поддержании в осевых органах растений апикального градиента концентрации калия.
- ✓ Циркуляция калия – это механизм, обеспечивающий усиление поступления воды в растения за счет поддержания высокого уровня калия в зоне поглощения корня.
- ✓ Циркуляция калия – общее свойство всех растений. Оптимизация питания калием увеличивает устойчивость растений к засухе независимо от их системной принадлежности.



Источник: М.Ш. Зялалов и др., 2010

IPNI

Зимостойкость



Подвижный К, мг K_2O/кг почвы*	Содержание сахаридов в узле кущения озимой пшеницы осенью	
	Σ,% от массы а.с.в.	дисахариды, % от Σ
110	22.8	78
145	25.1	84
155	26.5	80
179	25.6	80

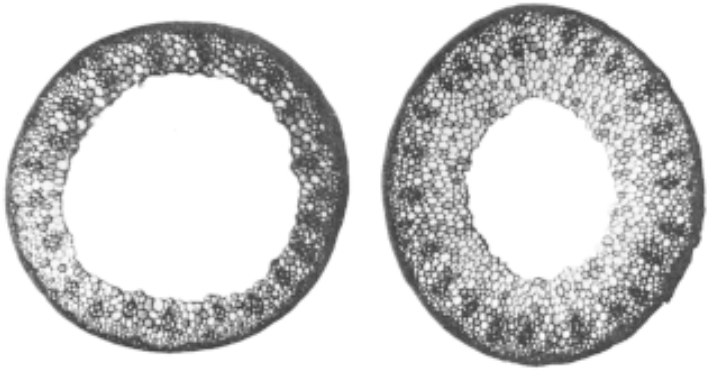
** Уровни на дерново-подзолистой почве создавались осенью 2006 г.: яровой ячмень – 2007, озимая пшеница – 2008 г. (опыт МосНИИСХ).*

- Оценку готовности растений к зимовке можно проводить по количеству сахаридов, накопленных осенью в узле кущения, и их расходованию в процессе перезимовки.
- Зимой под снегом сахара необходимы для понижения температуры замерзания клеточного сока и воды в протоплазме клеток (осморегуляция), а также, как энергетический материал для дыхания растений.
- Калий повышает содержание сахаридов, включая дисахариды, в узле кущения.

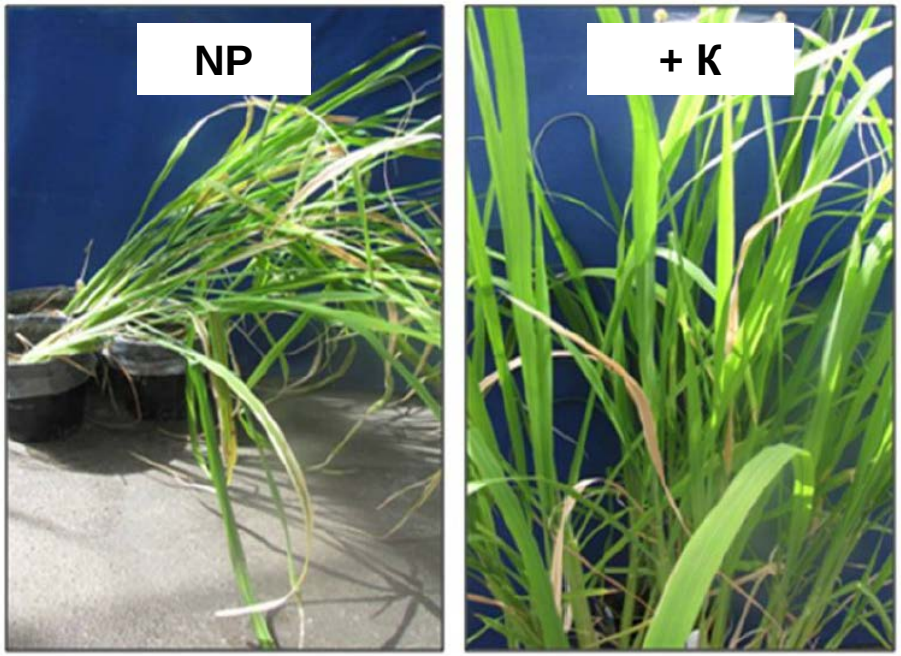
Источник: М.А. Кузьмич и др., 2012; О.Г. Назаренко и др., 2009

Устойчивость к полеганию

Низкий К **Оптимальный К**



Поперечный срез стебля пшеницы (3-е междоузлие) при недостаточном и оптимальном питании калием.



Вегетационный опыт Университета Новой Англии (Австралия). 84 дня после высадки рассады. Обменный К – 94 мг К2О/кг почвы. Доза К: 241 мг K_2O/кг почвы.

- При оптимальном питании калием у злаковых культур увеличивается толщина стенок соломины, что делает ее более устойчивой к полеганию.

Источник: S. Kant and U. Kafkafi, 2001; K.M. Bhiah et al., 2010

Устойчивость к вредителям и болезням: механизмы

Основные механизмы, обеспечивающие положительное действия калия на устойчивость растений к поражению болезнями и повреждению вредителями:

1. **Непосредственное угнетающее действие солей калия на развитие и размножение вредителей и патогенных микроорганизмов.**
2. **Увеличение прочности растительных тканей, толщины клеточных стенок и кутикулы – защитного восковидного слоя (у листьев, стеблей, плодов). Положительное влияние на синтез фенольных соединений – основы многих защитных механизмов растений, а также аргинина – аминокислоты, токсичной для возбудителя фитофтороза.**
3. **«Пищевой» механизм: в растительных клетках не накапливаются низкомолекулярные растворимые органические соединения, служащие благоприятной питательной средой для развития болезнетворных микроорганизмов и питания вредителей.**



Бурая ржавчина пшеницы
Л.А. Михайлова (ВИЗР), 2008.
Агроатлас.

Источник: адаптировано из S. Perrenoud, 1990; В.В. Прокошев и И.П. Дерюгин, 2000; P. He et al., 2006

Картофель: устойчивость к болезням



Однолетние полевые опыты IPI на полях фермеров в штате Чхаттисгарх, Индия (март 2005). Почва – краснозем с низким содержанием обменного калия. Клубни 3-х растений.

Устойчивость кукурузы к стеблевым гнилям: роль калия и хлора

Вариант опыта	Степень распространения болезней, %
NP – фон	25 a
+ K_{120}	14 b
+ K_{240}	12 b
+ $K_{120}Cl_{90}$	11 b
+ $K_{240}Cl_{180}$	10 b
+ Cl_{90}	17 ab
+ Cl_{180}	17 ab

* Одинаковые буквы – нет статистически значимых различий (исходя из НСР, $p<0.05$).

Полевой опыт в провинции Цзилинь в Китае (2005 г.). Гибрид – устойчивый к стеблевым гнилям (Цзидань 180). **Обменный К – очень низкий** (51 мг K_2O/кг почвы), водорастворимый Cl - 30.2 мг Cl/кг почвы. В почву вносили также S, Zn и Cu.

Источник:Ji-yun Jin et al., 2007

Значение хлора для сахарной свеклы

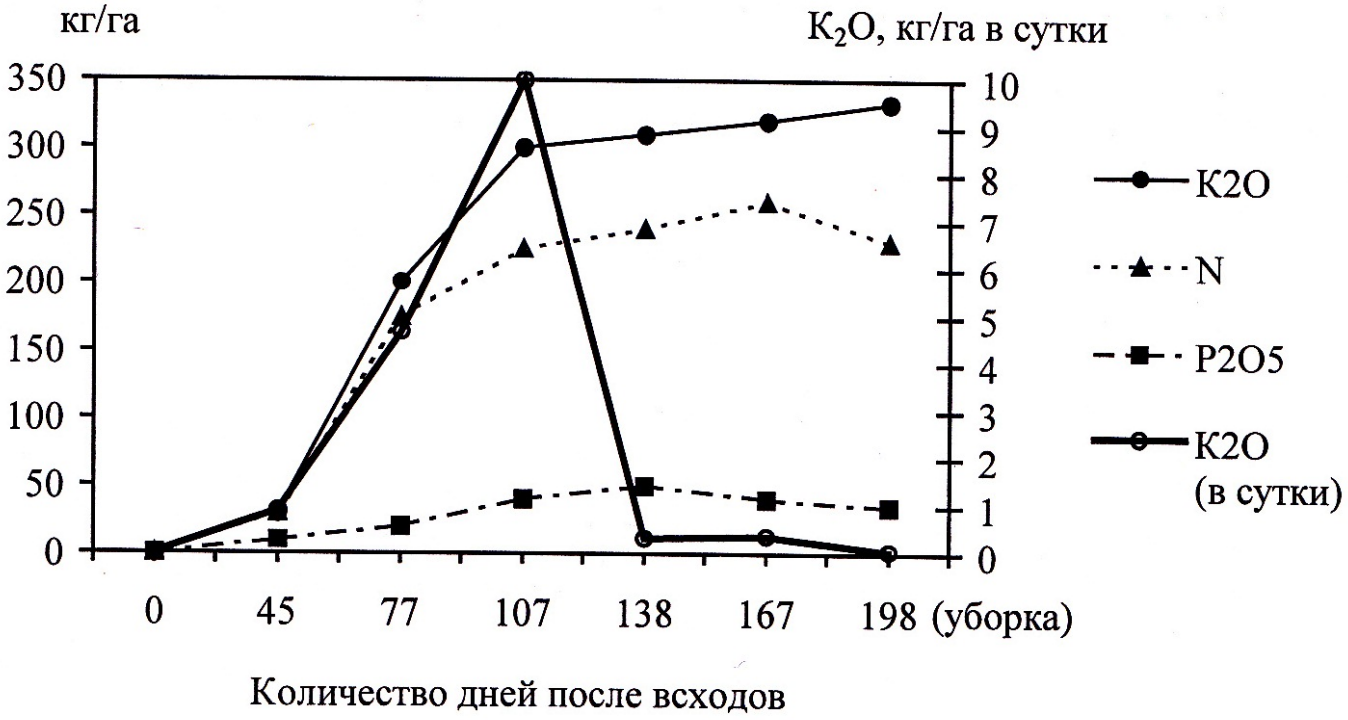
- ✓ Хлор дольше поддерживает жизненную активность вегетативных органов, задерживает созревание, что существенно для формирования сахара в корнях, которое наиболее интенсивно протекает в поздние периоды.
- ✓ Хлористый калий – универсальная и эффективная форма К-удобрений.



Источник: Калийные удобрения. Сахарная свекла. Выпуск 15. IPI, 2000

Поглощение элементов питания растениями из почвы

- Растения потребляют на единицу формируемого урожая значительно больше К, чем других элементов питания. Особенно это касается культур, образующих большое количество сахаров, крахмала и жира. Пример – **сахарная свекла:**



Источник: C. Winner - цит. по В.В. Прокошев, И.П. Дерюгин, 2000

Повышение урожайности и качества продукции при применении калийных удобрений



Конференция «Рынок сахара стран СНГ 2013», Москва, 14 марта 2013 г

Сахарная свекла: урожайность и качество

Вариант опыта	Урожайность корнеплодов, т/га	Содержание сахара, %	Сбор сахара, т/га	Прибавка от К, %
0	30	16.2	4.95	-
$N_{120}P_{180}$	40	15.7	6.16	-
+ K_{140}	43	16.3	7.00	14
+ K_{210}	45	16.3	7.26	18

Многолетний опыт Льговской ОСС ВНИИ сахарной свеклы и сахара на черноземе выщелоченном среднесуглинистом (Курская обл.). 10-польный севооборот. Усредненные данные для звена с однолетними травами за несколько ротаций (с 1974 г.). **Исходное содержание подвижного К – среднее** (по Чирикову).

Источник: А.Г. Ступаков, 1998

Сахарная свекла: урожайность и качество (повышенное содержание К в почве)

Вариант опыта	Урожайность корнеплодов, т/га	Прибавка от К		Содержание сахара, %	Сбор сахара, т/га	Прибавка от К	
		т/га	%			т/га	%
0	29.5	-	-	15.7	4.63	-	-
$N_{60}P_{80}$	39.1	-	-	15.8	6.18	-	-
$N_{60}P_{80}K_{60}$	42.7	3.6	9	16.0	6.83	0.65	11

Многолетний опыт Северокубанской СХОС Краснодарского НИИСХ на черноземе обыкновенном тяжелосуглинистом (Краснодарский край). 10-ти польный севооборот. Усредненные данные за 3 ротации (1979-2008 гг.). К вносился еще в 7-ти полях севооборота. На 1 га севооборотной площади в среднем вносилось (кг/га): N – 45, P_2O_5 – 53, K_2O – 36. Исходное содержание подвижного К – повышенное (380 мг K_2O/кг почвы по Мачигину).

Источник: С.И. Баршадская и Ф.И. Дерека, 2012

Кукуруза: урожайность

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га			Прибавка урожая от К		Окупаемость К зерном, кг/кг
	2011	2012	среднее	т/га	%	
0	7.45	6.61	7.03	-	-	-
$N_{100}P_{80}$*	8.43	7.38	7.91	-	-	-
$N_{100}P_{80}K_{60}$*	8.99	7.50	8.25	0.34	4	5.7
$НСР_{0.05}$	0.27		-	-	-	-

** В данных вариантах проведена обработка семян Zn.*

Опыты проводятся в хозяйствах сотрудничестве с каф. почвоведения и оценки земельных ресурсов ЮФУ. Почва – чернозем обыкновенный карбонатный (Ростовская обл.). Предшественники – озимая пшеница (2010) и соя (2011). Содержание подвижного К – повышенное (306-327 мг $К_2О$/кг почвы по Мачигину). Обменный К – 449-452 мг $К_2О$/кг почвы. Урожайность – при влажности 15.5%. Гибрид – Фурио.

Озимая пшеница: урожайность

Вариант опыта	*Предшественник – подсолнечник*			*Предшественник – соя*		
	Урожай зерна, т/га	**Прибавка урожая от К, т/га**	**Окупаемость 1 кг K_2O прибавкой урожая, кг/кг**	**Урожай зерна, т/га**	**Прибавка урожая от К, т/га**	**Окупаемость 1 кг K_2O прибавкой урожая, кг/кг**
$N_{120}P_{90}$	4.92	-	-	6.29	-	-
$N_{120}P_{90}K_{60}$	5.44	0.52	8.7	6.64	0.35	5.8

Опыты ВНИИ масличных культур на выщелоченном черноземе (Краснодарский край). Средние данные за 19 лет. Дозы удобрений на 1 га севооборотной площади (варианты NP и NPK): $N_{42}P_{30}K_6$ и $N_{66}P_{63}K_4$.

Источник: цит. по Малюга Н.Г., 2012

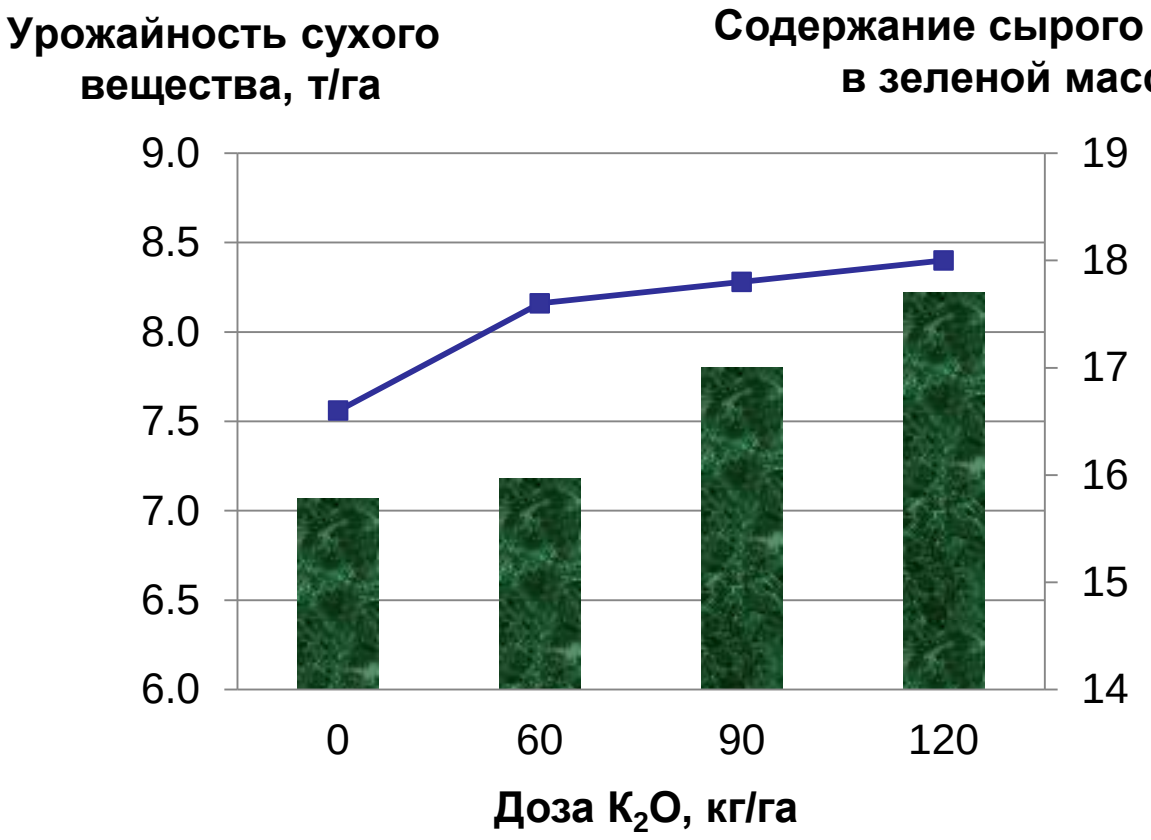
Соя: урожайность и качество

Вариант	Урожай семян, т/га	Прибавка урожая, %	Окупаемость 1 кг K_2O прибавкой урожая, кг/кг	Содержание сырого протеина, %
$N_{60}P_{90}$	1.87	-	-	39.4
$N_{60}P_{90}K_{60}$	2.36	26	8.2	41.2

3-х летние (2000-02) полевые опыты Донского ГАУ на черноземе обыкновенном (Ростовская обл.). Содержание К в контроле (без удобрений) от посева до цветения – высокое (470-500 мг K_2O/кг по Мачигину).

Источник: Е.В. Агафонов и С.А. Гужвин, 2008

Люцерна: урожайность и качество

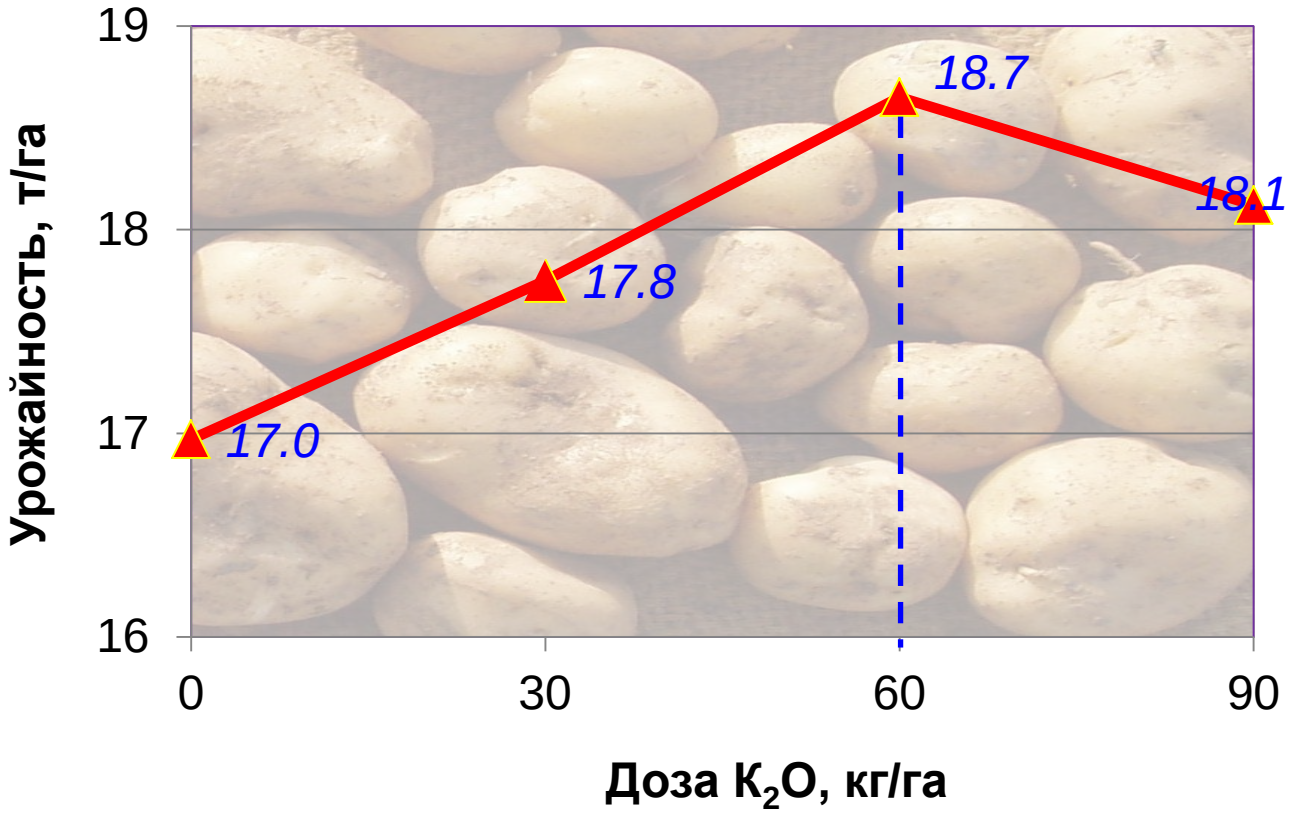


✓ При внесении калия повышалось также содержание незаменимых аминокислот, что улучшало биологическую ценность белков люцерны.

3-х летние полевые опыты (2000-03) Белгородского ГУ на черноземе типичном (Белгородская обл.). Фон - P60.

Источник: Е.В. Думачева, И.К. Ткаченко, 2010

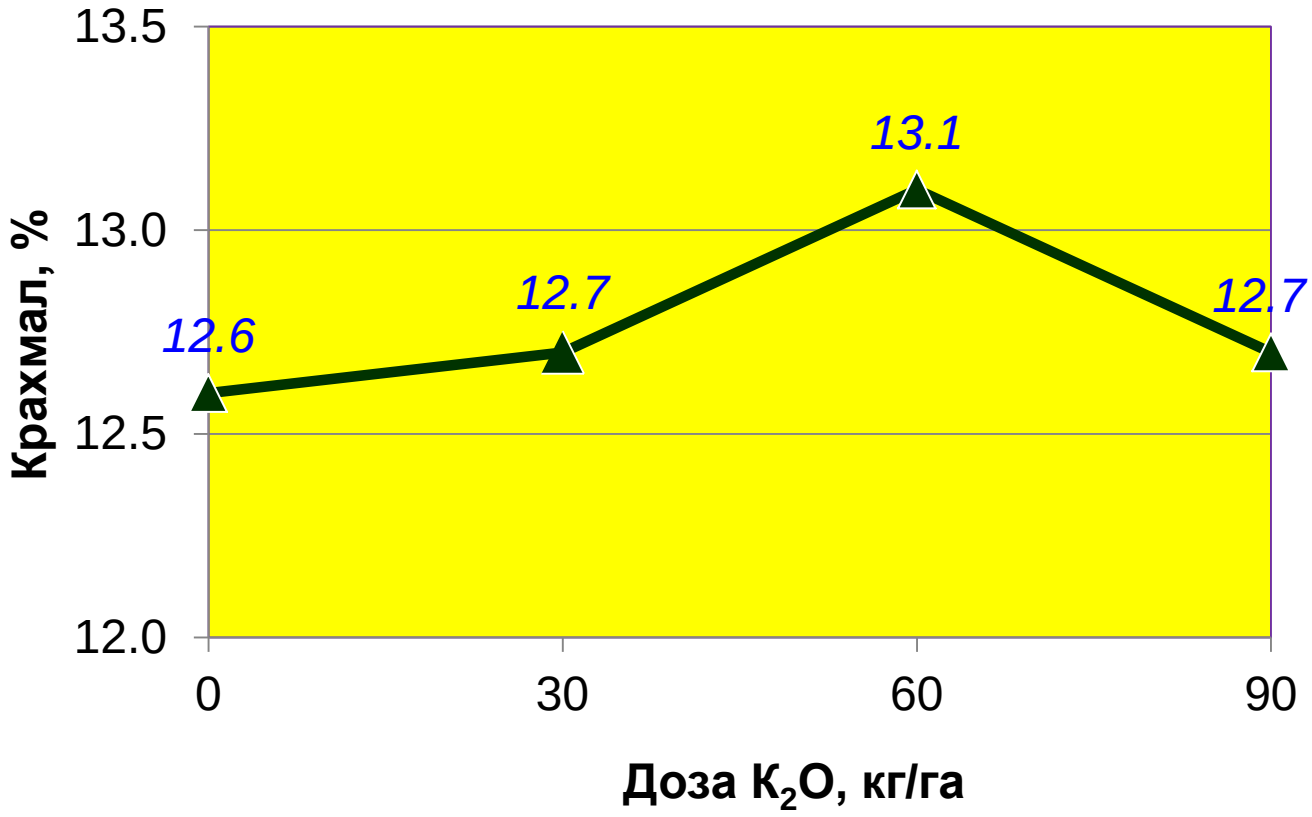
Картофель: урожайность



3-х летние полевые опыты (1999-2001) Красноярского ГАУ на черноземе выщелоченном (Красноярский край). Фон - N60P60. Исходное содержание подвижного К – очень высокое (232 мг K_2O/кг по Чирикову). Подвижный К в контроле – 200, обменный – 400 мг K_2O/кг.

Источник: Е.И. Волошин, 2006

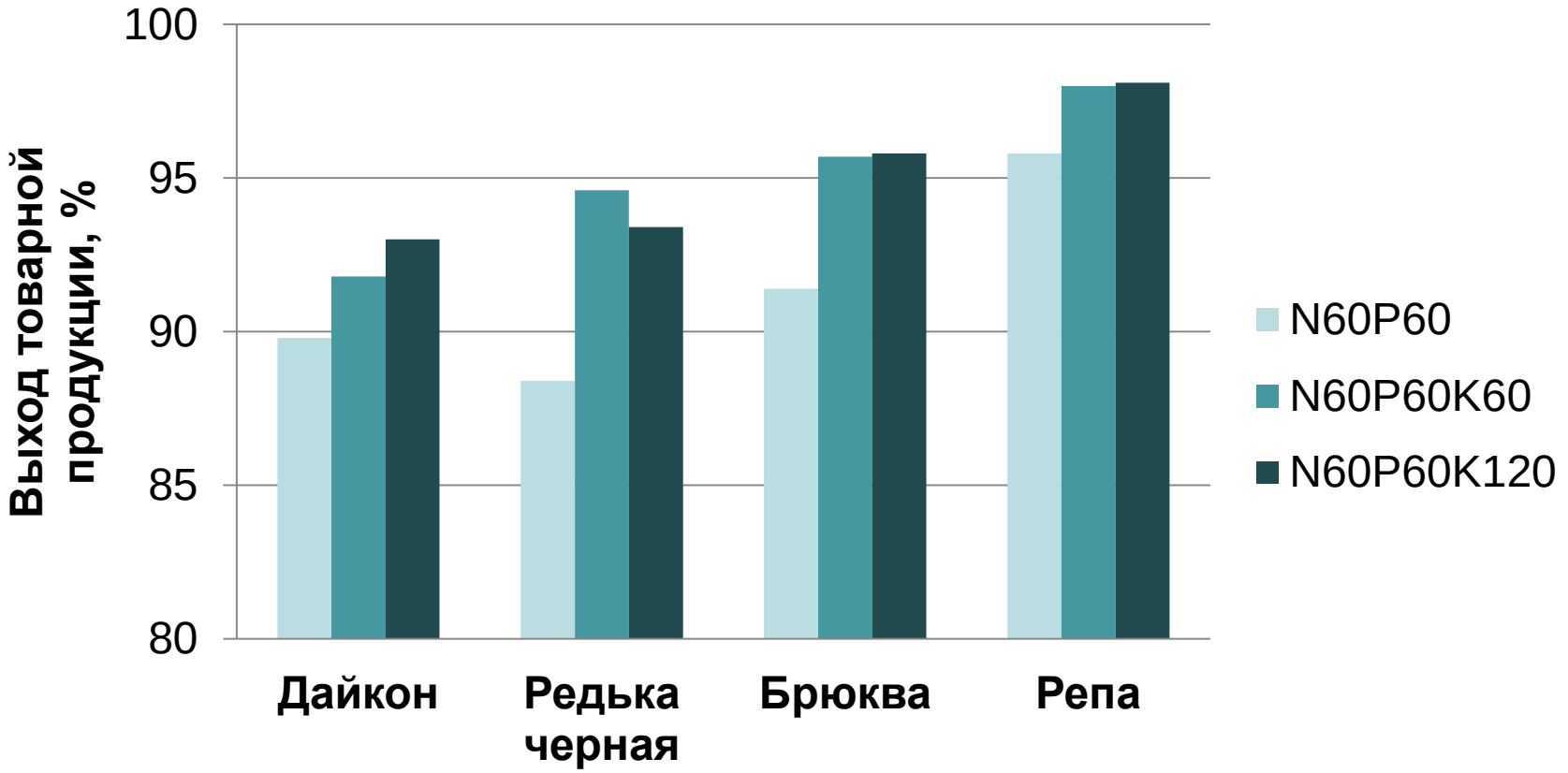
Картофель: содержание крахмала



3-х летние полевые опыты (1999-2001) Красноярского ГАУ на черноземе выщелоченном (Красноярский край). Фон - N60P60.

Источник: Е.И. Волошин, 2006

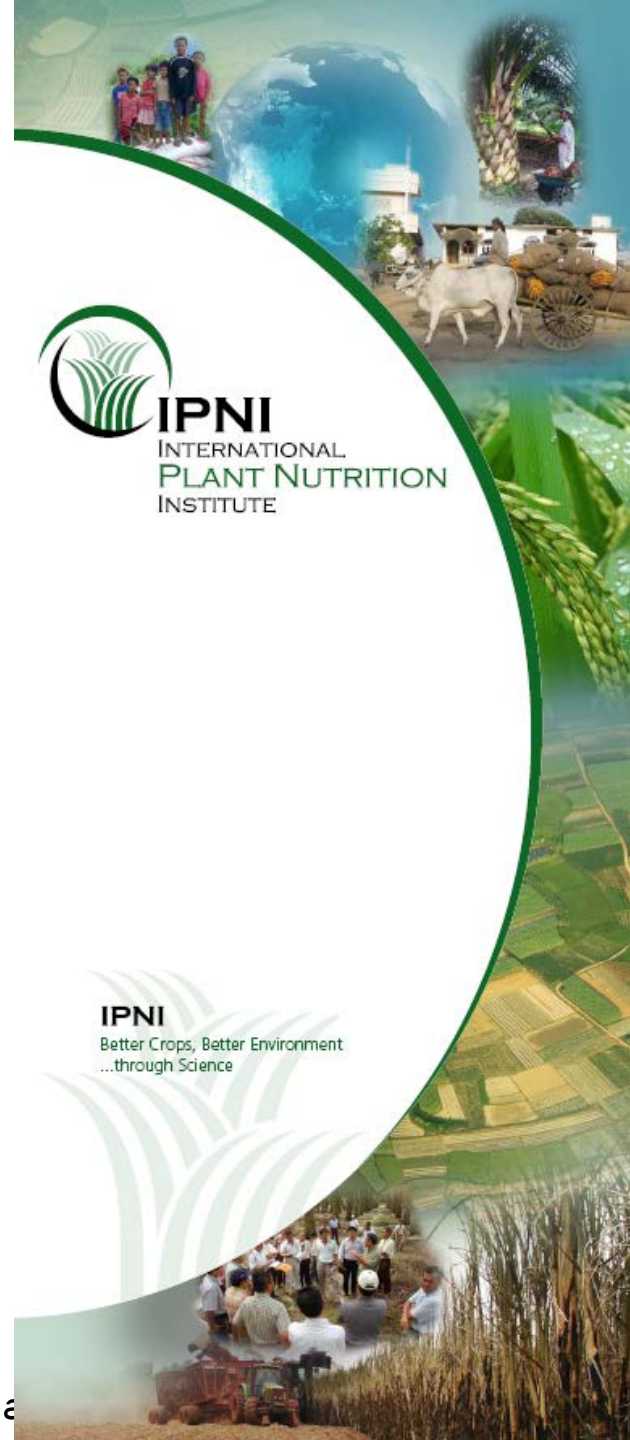
Корнеплоды: лежкость



Полевой опыт ВНИИ овощеводства на аллювиальной почве (Московская обл.). Средние данные за 2008-11 гг. Исходный обменный К – 100-130 мг K_2O/кг почвы (по Масловой). Зимнее хранение корнеплодов при 0-1°С. Выход товарной продукции – % к исходной массе продукции.

Источник: В.А. Борисов и др., 2012

Внешние признаки недостатка калия у растений



Общие признаки

- **«Краевой ожог»** (краевой хлороз и некроз) листьев – характерные признаки недостатка калия у растений, но далеко не единственные.

- Калий – подвижный элемент в растении и легко передвигается из старых частей растения в активно растущие молодые. Недостаток калия **сначала проявляется на нижних листьях**. Верхние листья при этом остаются зелеными и сохраняют здоровый вид.

- При слабом недостатке калия у растений может наблюдаться **«скрытое калийное голодание»** - без проявления внешних признаков.



Сахарная свекла



Источник: M. Hasegawa (IPNI Crop Nutrient Deficiency Image Collection, 2011)

Пшеница



Источник: M.K. Sharma and P. Kumar (IPNI Crop Nutrient Deficiency Image Collection, 2011)

Кукуруза





Источник: C.R. Crozier; M.K. Sharma and P. Kumar (IPNI Crop Nutrient Deficiency Image Collection, 2011)

Люцерна



Источник: A. E. Ludwick (IPNI Crop Nutrient Deficiency Image Collection, 2011)

Соя



Источник: T.S. Murrell (IPNI Crop Nutrient Deficiency Image Collection, 2011)

Рапс



Источник: K+S KALI GmbH

IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE



Спасибо за внимание!

www.ipni.net

Выше урожай и качество, сохраняя окружающую среду...
С помощью науки

Конференция «Рынок сахара стран СНГ 2013», Москва, 14 марта 2013