Современные проблемы применения калийных удобрений в России

Москва, 2022

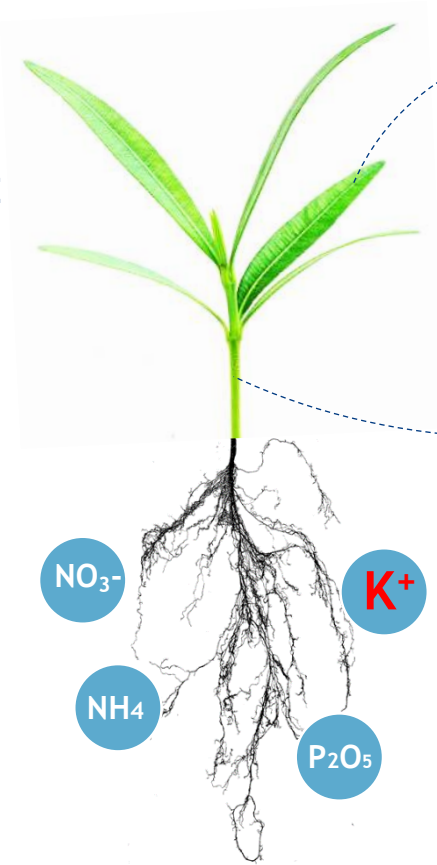
УРАЛКАЛИЙ

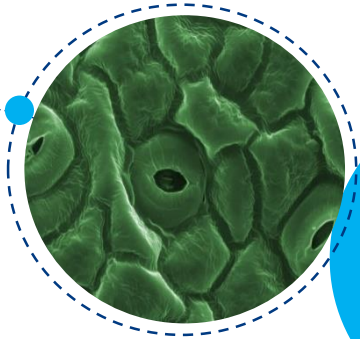


ФУНКЦИИ КАЛИЯ В РАСТЕНИИ. ПОДВИЖНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ

ЭЛЕМЕНТЫ ПИТАНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С УРОВНЕМ ИХ ПОДВИЖНОСТИ В ПОЧВЕ ДЕЛЯТСЯ НА ТРИ КЛАССА:

- высоко подвижные: $N\text{-}NO_3$, S, B;
- умеренно подвижные: $N\text{-}NH_4$, K, Ca, Mg, Mo;
- малоподвижные: P, Cu, Fe, Mn, Zn.

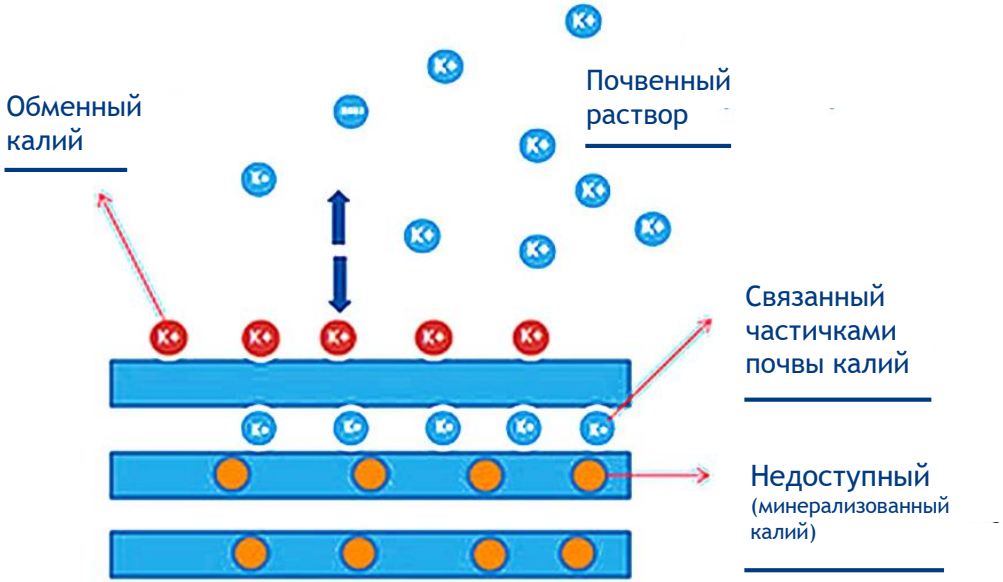




Контролирует водный баланс растения регулируя испарение воды с поверхности листа благодаря открытию/закрытию устьиц

Отвечает за транспортировку воды, углеводов и питательных веществ в растении

ФОРМЫ КАЛИЯ В ПОЧВЕ



1-2%
от валового калиядоступно для питания растений

~98%
от валового калия не доступно растениям

K ДОСТУПНЫЙ РАСТЕНИЯМ (1%)

- **К почвенного раствора**

Содержится в почвенном растворе, непосредственный источник питания растений. В эту группу, первым делом, попадает калий из удобрений. Составляет 8-12% от доступного растениям калия.

- **К обменный**

Поглощенный почвенными частицами, доступный резерв для перехода в почвенный раствор. Калий из удобрений попадает сначала в первую группу почвенного раствора, а затем 33-80% фиксируется почвой. Составляет 88-92% от доступного растениям калия.

К необменный (11%)

Калий «зафиксированный» в слоях вторичных минералов. Может переходить в доступную форму при исключительных условиях и в крайне малом количестве.

К минерального скелета (до 88%)

Переходит в другие группы только при разрушении минералов.

Стандартные градации обеспеченности почв обменным калием, мг/кг почвы

Обеспеченность почв калием	Метод			
	0.2 М HCl (по Кирсанову)	0.5 М CH_3COOH (по Чирикову)	1 М CH_3COONH_4 (по Масловой)	1% $(NH_4)_2CO_3$ (по Мачигину)
Очень низкая	<40	<20	<50	<100
Низкая	41-80	21-40	51-100	101-200
Средняя	81-120	41-80	101-150	201-300
Повышенная	121-170	81-120	151-200	301-400
Высокая	171-250	121-180	201-300	401-600
Очень высокая	>250	>180	>300	>600

В системе агрохимслужб России обменный калий экстрагируют тремя методами, во многом из-за возможности определения в этих же вытяжках фосфора

1.

0,2М HC1
для подзолистых почв (метод Кирсанова)

2.

0,5М CH3COOH
для некарбонатных почв (метод Чирикова)

3.

1% (NH4)2CO3
для карбонатных почв (метод Мачигина)

Примерное содержание калия в пахотном слое различных почв

Почвы		Валовое содержание калия, %	Обменный калий, мг/100 г почвы	Необменный калий, мг/100 г почвы
Дерново-подзолистые	песчаные и супесчаные	1,2	4-9	35-50
	легкосуглинистые	1,77	7-12	50-70
	среднесуглинистые	2,17	15-20	70-130
	тяжелосуглинистые и глинистые	2,33	20-25	130-180
Серые лесные почвы	светло-серые и серые	1,92	4-10	180-250
	темно-серые	2,03	8-15	180-250
Черноземы	оподзоленные и выщелоченные	2,23	12-30	200-300
	типичные	2,15	25-35	350-450
	обыкновенные и южные	2,27	40-50	350-450
Каштановые почвы		2,27	25-40	300-450
Сероземы		2,29	50-60	300-550

Источник: данные почвенного института им В.В. Докучаева

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ

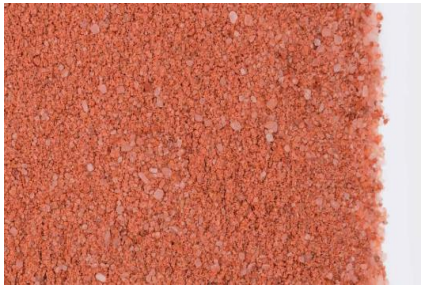
	Содержание K_2O	Сравнение калийсодержащих удобрений с KCl
Хлористый калий (KCl)	 60-62%	Хлористый калий (KCl) – самое концентрированное и распространенное калийное удобрение. В мире производится более 70 млн тонн.
Сернокислый калий (K_2SO_4)	 50-53%	- содержит серу - бесхлорное удобрение - более низкое содержание калия - более высокая стоимость действующего вещества
Нитрат калия (KNO_3)	 46,2%	- бесхлорное удобрение - содержит азот - более низкое содержание калия - более высокая стоимость действующего вещества
Калимагнезия	 25-32%	- бесхлорное удобрение - содержит магний - содержит серу - более низкое содержание калия
Монокалийфосфат	 34%	- бесхлорное удобрение - содержит фосфор - более высокая стоимость действующего вещества
NPK удобрения	 6-36%	- содержит 3 и более питательных веществ в одной грануле - более низкое содержание калия - более высокая стоимость действующего вещества

ВИДЫ ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ

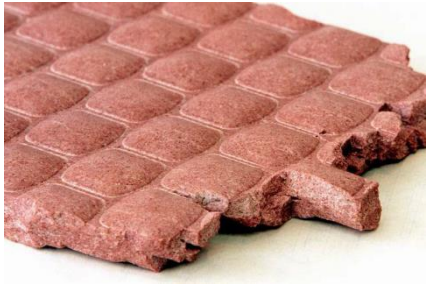


Флотация

60%K_2O



Розовый хлористый калий
- Содержание KCl 95%
- Содержит нерастворимый остаток



Прессование порошка
Первой стадией в производстве гранулята является горячее прессование порошка на валковых прессах



Производство гранулы
Прессованную плитку дробят и просеивают для достижения равномерного гранулометрического состава



Кристаллизация (галургия)

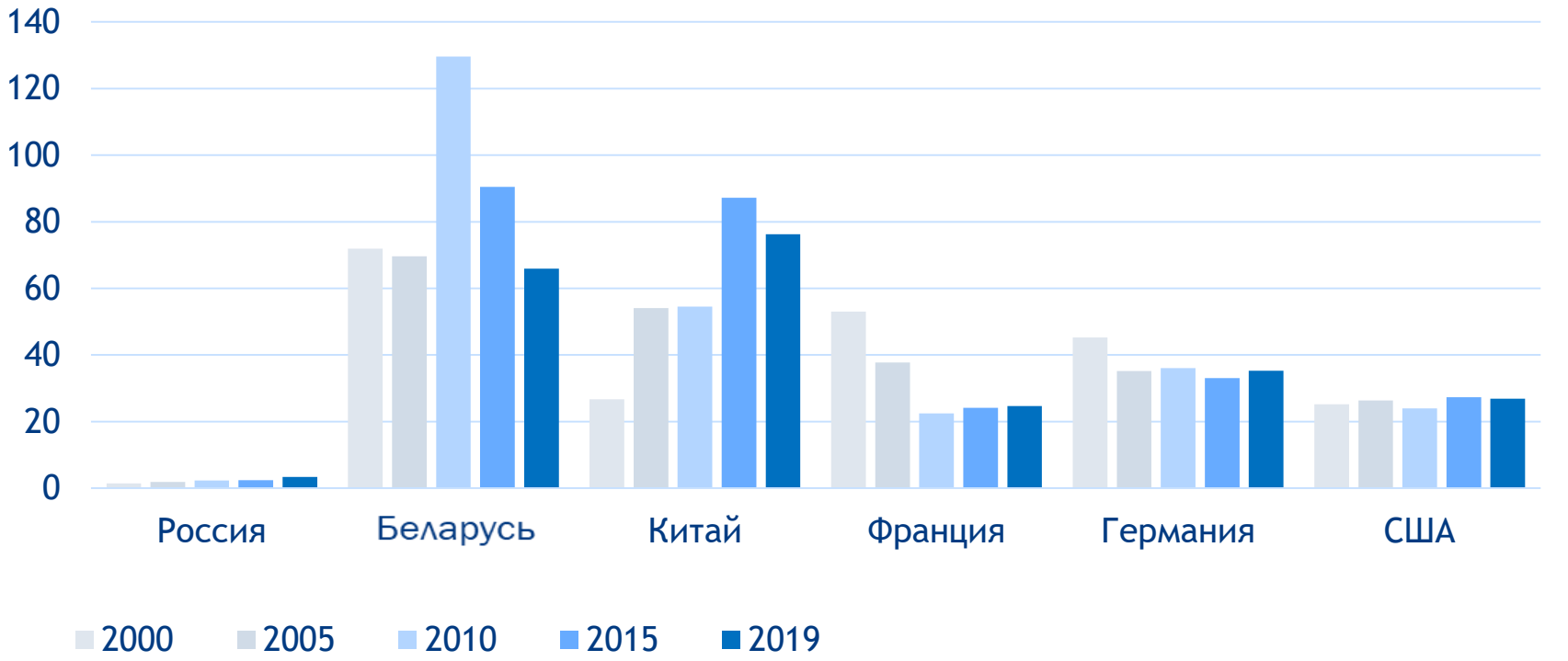
60-62%K_2O



Белый хлористый калий
- Высокая степень чистоты (98,2% KCl)
- 100% растворимость в воде

ПРИМЕНЕНИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В МИРЕ

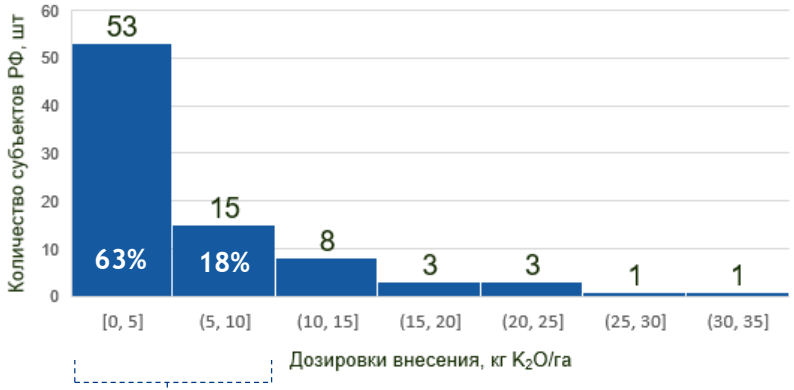
Средние дозировки внесения калия в ряде стран, кг K_2O/га



Источник: FAO

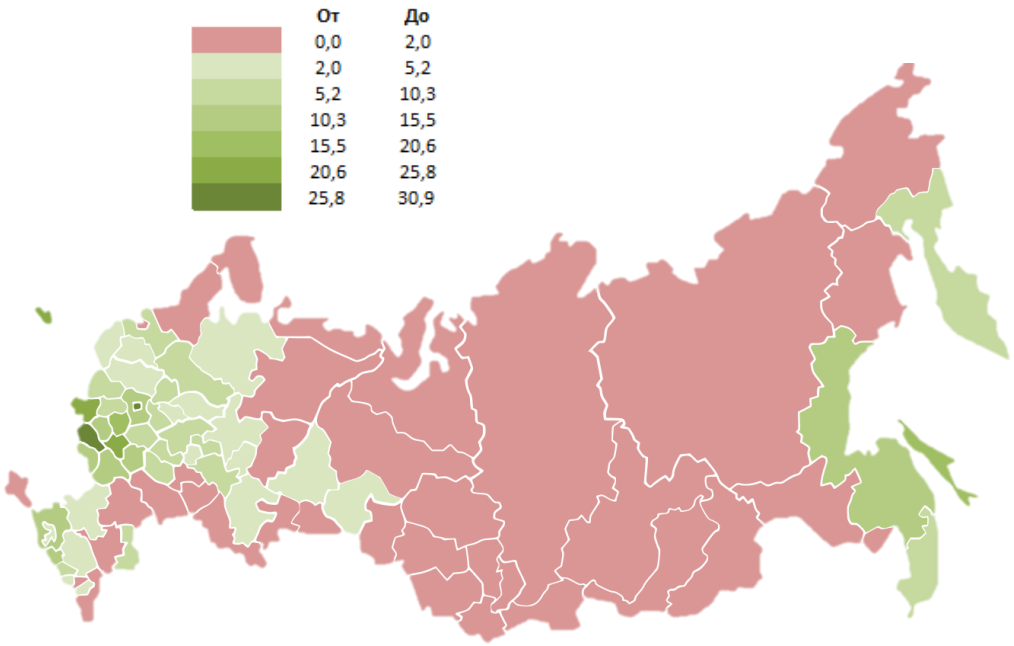
ПРИМЕНЕНИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В РОССИИ

Распределение дозировок внесения калия по субъектам, 2020



81% субъектов России в среднем вносят **менее 10 кг** калия в д.в. на гектар.

Карта внесение калийных удобрений по регионам, кг K_2O/га



Источник: Росстат

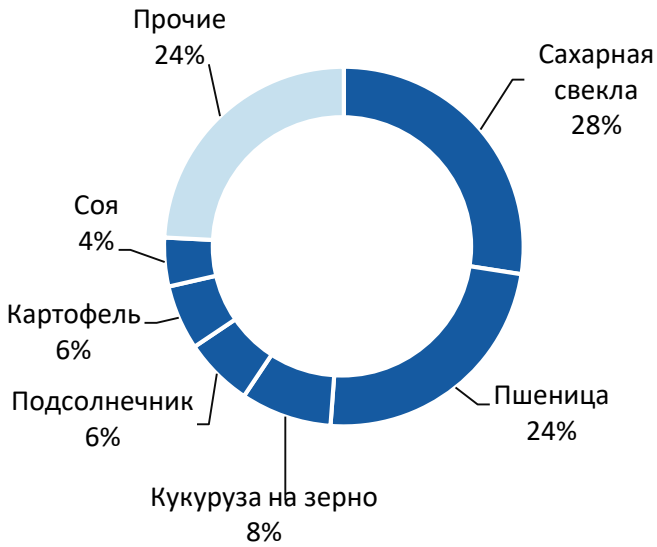
- Внесение калийных удобрений в России остается на низком уровне - менее 10 кг K_2O/га в большинстве округов.
- На сегодняшний день в России существует проблема низкого внесения калийных удобрений, что будет приводить к калийному истощению почв и снижению их плодородия.

ПРИМЕНЕНИЕ КАЛИЙНЫХ УДОБРЕНИЙ В РОССИИ

Структура потребления калийсодержащих удобрений



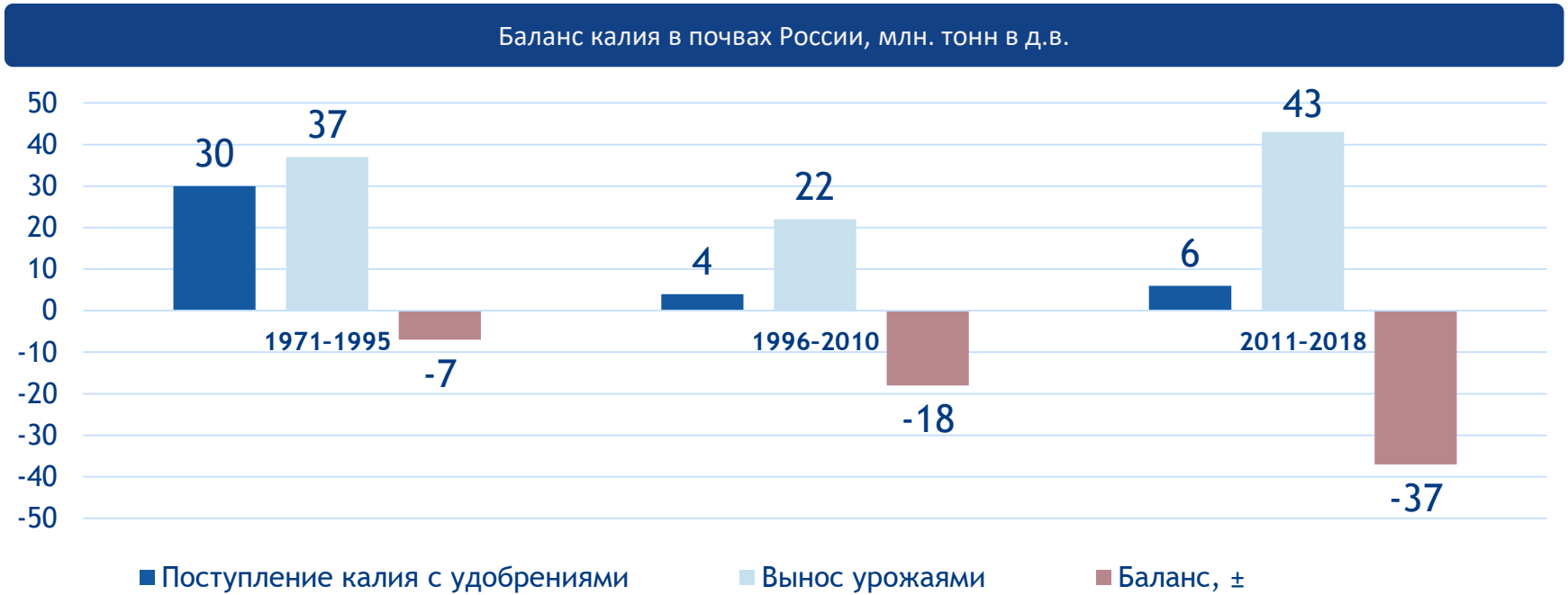
Потребление калия по культурам, 2020



Источник: Росстат, РАПУ

- Основными калийными удобрениями занимающими наибольшую часть потребления в России являются NPK и хлористый калий.
- На потребление хлористого калия в России приходится от 30% до 60% от общего объема потребления калийных удобрений, в зависимости от конъектуры рынка.
- Более 50% калийных удобрений в РФ вносятся под пшеницу и сахарную свеклу, при этом средняя дозировка внесения K_2O под пшеницу составляет 3,6 кг K_2O/га, при рекомендуемом уровне 30-60 кг K_2O/га.

БАЛАНС КАЛИЯ В РОССИИ



Источник: ВНИИ Агрохимии Д.Н. Прянишникова

- **Баланс калия в почвах России с 1971 по 2018г показывает отрицательный тренд, что приводит к истощению и деградации почв.**
- **Калий в почве является не возобновляемым ресурсом, поэтому его применение в современных системах интенсивного земледелия является чрезвычайно важным.**

БАЛАНС КАЛИЯ В ПОЧВАХ В ОКРУГАХ РОССИИ

Баланс калия в почвах в округах России с учетом выноса сельскохозяйственной продукцией и внесением калийных удобрений, 2020 г.

Субъект	Площадь пахотных земель, тыс. га	Вынос калия из почв, тыс. т K_2O	Внесено всего калийных удобрений, тыс. т K_2O	Баланс калия, тыс. т K_2O
Россия	79 634	5 041	2 584	**-2 456**
ЮФО	12 876	1 117	215	**-902**
ПФФ	23 936	1 343	556	**-787**
СФО	14 098	558	171	**-387**
ЦФО	15 893	1 484	1 118	**-366**
ДФО	2 110	81	19	**-63**
УФО	5 158	146	100	**-46**
СКФО	4 215	269	239	**-31**
СЗФО	1 347	42	167	**125**

Источник: Росстат, оценка Уралкалий

- В подавляющем большинстве округов России ежегодный баланс калия является отрицательным, т.е. объем внесения калийных удобрений (с учетом органических удобрений) ниже хозяйственного выноса сельскохозяйственных культур.

Баланс калия в регионах ЦФО

Динамика содержания калия в почве в ряде субъектов ЦФО за 20 лет и отзывчивость озимой пшеницы на содержание калия в почве.

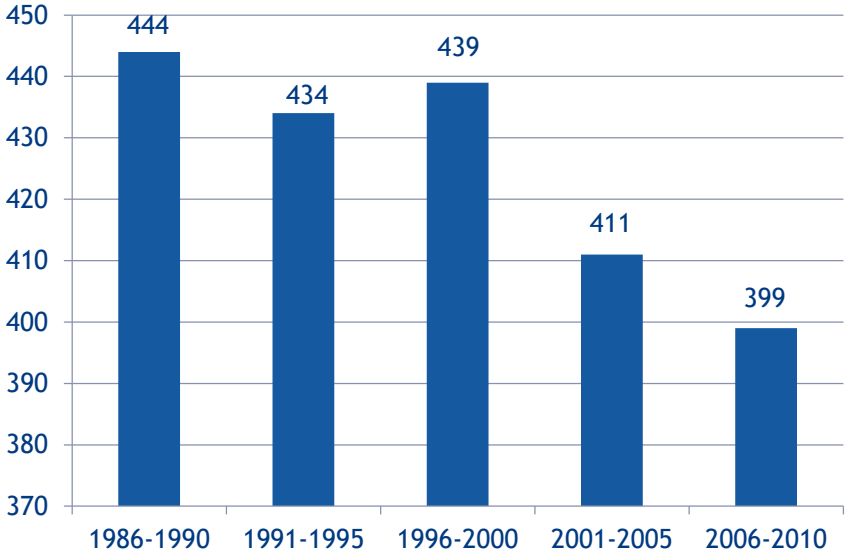
Область	Содержание K_2O в почве, мг/кг			Урожайность пшеницы, ц/га		
	на 01.01.1996	на 01.01.2016	Баланс калия в почве 1996-2016	01.01.1996	01.01.2016	Баланс урожайности 1996-2016
Брянская	142	105	-37	36,7	31,0	-5,7
Владимирская	131	103	-28	36,7	31,3	-5,4
Ивановская	127	96	-31	33	28,2	-4,8
Костромская	137	95	-42	33	28,2	-4,8
Орловская	137	108	-29	37	30,2	-6,8
Рязанская	124	112	-12	38,6	34,2	-4,4
Тверская	132	96	-36	33	28,8	-4,2

Источник: ВНИИ Агрохимии Д.Н. Прянишникова

За последние двадцать лет с 1996 по 2016 в регионах ЦФО наблюдается деградация почв по содержанию калию, что может служить одним из факторов снижения урожайности озимой пшеницы в среднем на 15%.

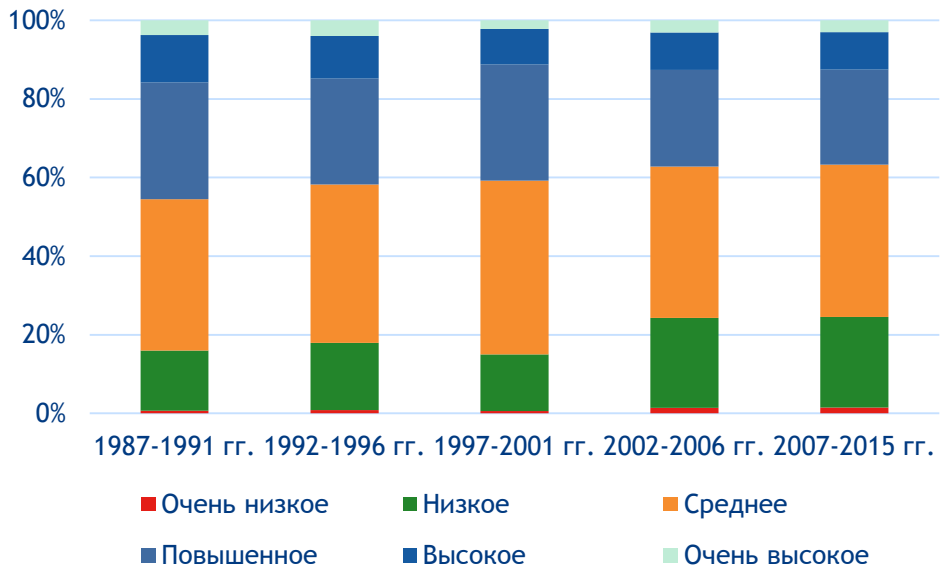
Содержания обменного калия в ряде регионов

Динамика уровня обменного калия в почвах Ростовской области, мг/кг



За период 1986-2010 гг. средний уровень обменного калия в почвах Ростовской области снизился на 50 мг/кг.

Динамика уровня обменного калия в почвах Кировской области по турам обследования, % к площади пашни



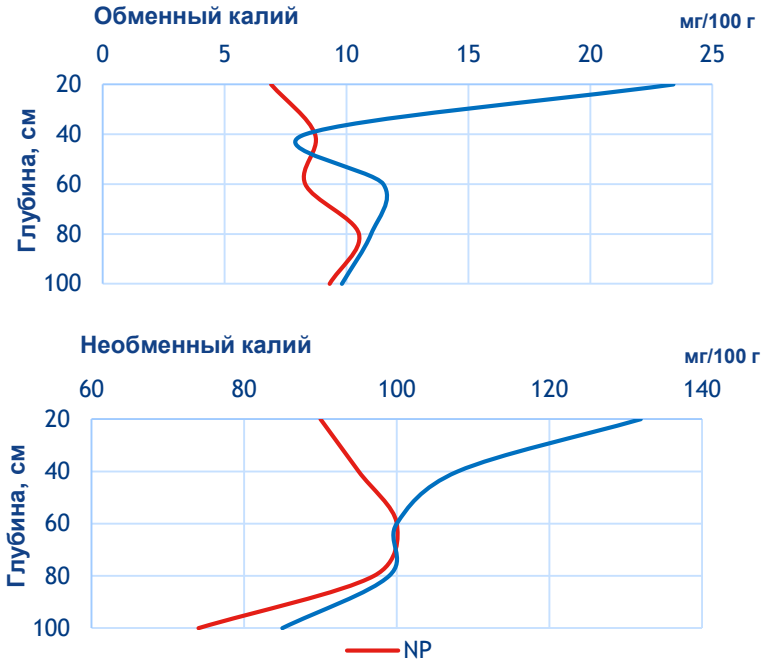
Более 50% почв Кировской области характеризуются средним и низким уровнем обменного калия.

Источник: ФГБУ ГЦАС «Кировский», ГЦАС «Ростовский»

Многолетние опыты по калийному истощению почв

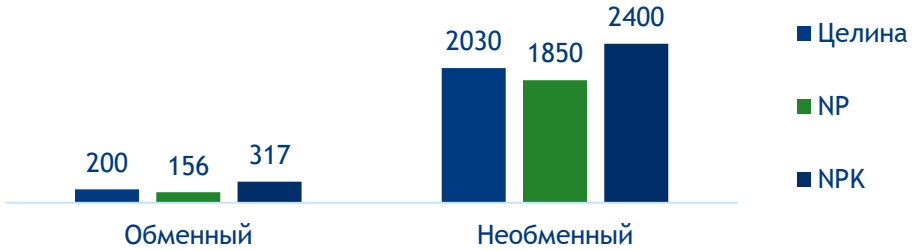
30-летний полевой опыт по калийному истощению почв в Новосибирской области, 1988-2017 гг.

Содержание калия в почве по результатам опыта

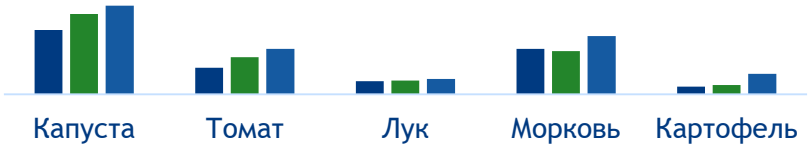


При дефиците калия, содержание как обменного, так и необменного калия значительно снижалось в профиле почвы 0-40 см

Запасы калия в слое почвы 0-40 см, мг/100 г



Средняя урожайность культур за период проведения опыта



Длительный дефицит калия приводит к существенному ухудшению калийного состояния почв, выражающийся в значительном снижении уровня обменного и необменного калия

Предотвращением калийного истощения почвы в агроценозах, может быть только рациональное использование калийных удобрений.

Источник: Новосибирский институт почвоведения и агрохимии СО РАН

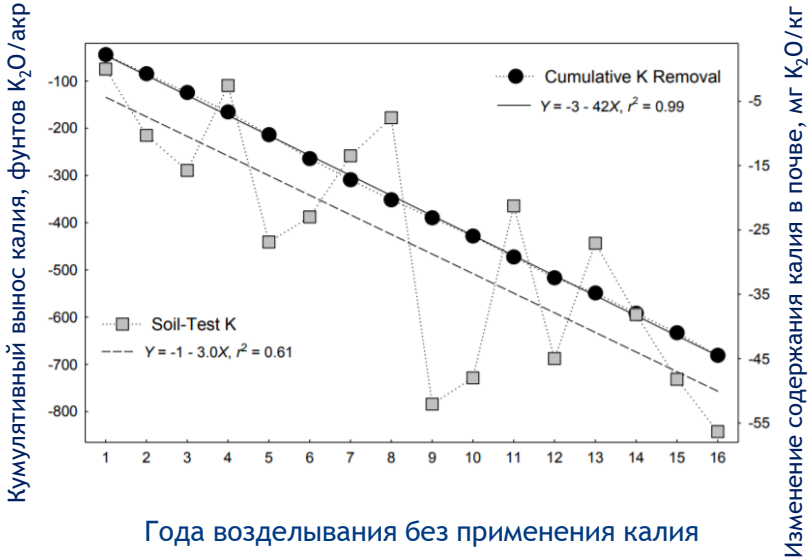
Многолетние опыты по калийному истощению почв

Динамика содержания обменного калия в почве и вынос калия в системе возделывания соя-кукуруза в многолетнем опыте без применения калийных удобрений

Место опыта: США

Культуры: соя, кукуруза

Продолжительность опыта: 16 лет



Года возделывания без применения калия

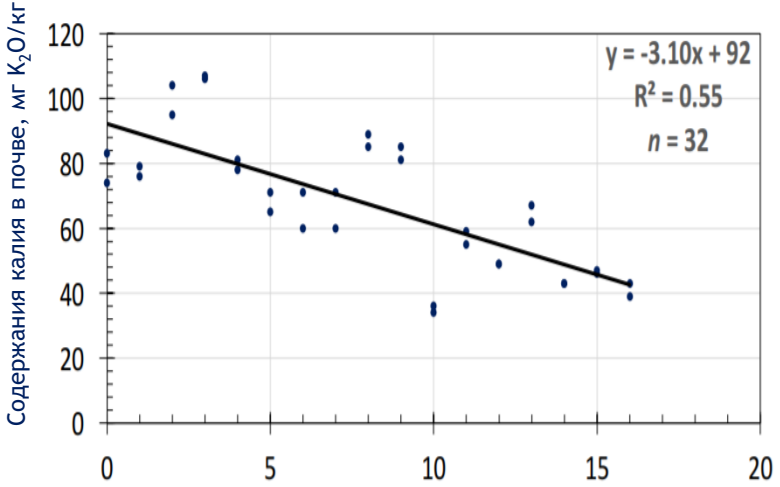
Источник: Iowa State University

Динамика содержания обменного калия в почве в системе возделывания соя-рис в многолетнем опыте без применения калийных удобрений

Место опыта: США

Культуры: соя, рис

Продолжительность опыта: 16 лет



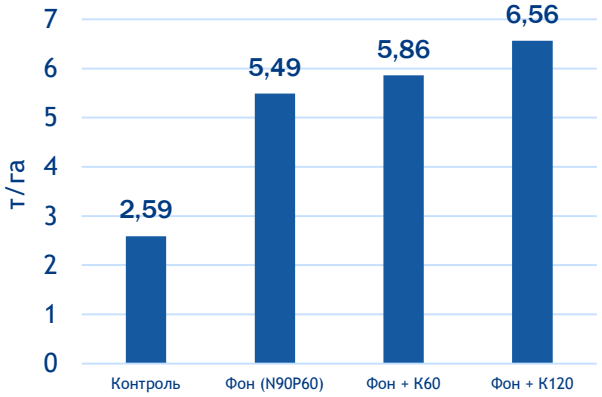
Года возделывания без применения калия

Источник: University of Arkansas System

Опыты компании Уралкалий

Урожайность озимой пшеницы в зависимости от уровня внесения калийных удобрений

Место опыта: Россия, Ростовская область | Культура: озимая пшеница | Год проведения: 2016

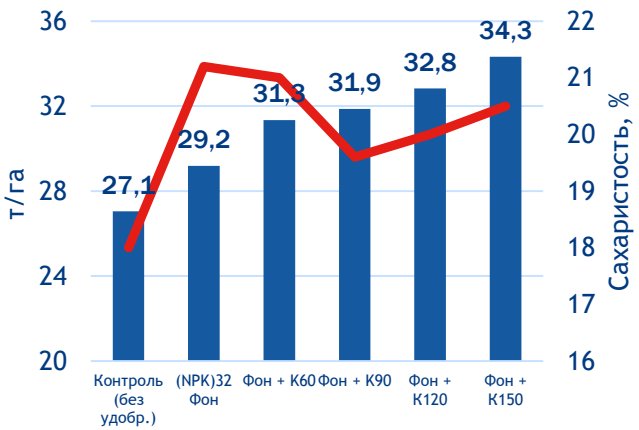


Уровень обменного калия на момент посева составлял 348 мг/кг, по Мачигину, что относится к повышенному содержанию.

Источник: ДонГАУ

Урожайность сахарной свеклы и сахаристость в зависимости от уровня внесения калийных удобрений

Место опыта: Россия, Воронежская область | Культура: сахарная свекла | Год проведения: 2014

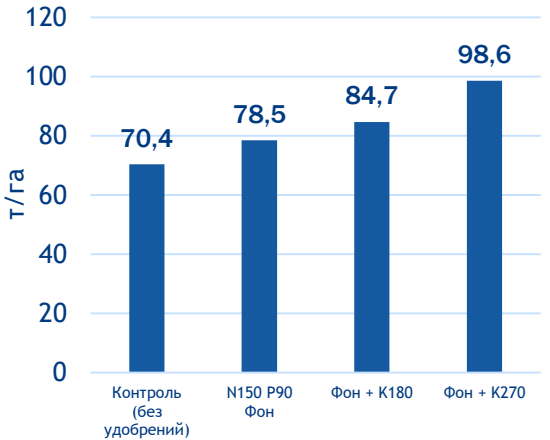


Уровень обменного калия на момент посева составлял 140-175 мг/кг, по Чирикову, что является высоким содержанием.

Источник: Воронежский ГАУ

Урожайность капусты в зависимости от уровня внесения калийных удобрений

Место опыта: Россия, Московская область | Культура: капуста | Год проведения: 2014



Уровень обменного калия на момент посева составлял 70-100 мг/кг, по Масловой, что относится к низкому содержанию.

Источник: ВНИИО