

Влияние дефицита элементов питания в пахотных почвах Красноярского края на урожайность и качество продукции



**Сорокина О.А.
ФГБОУ ВО «КрасГАУ», кафедра
почвоведения и агрохимии**

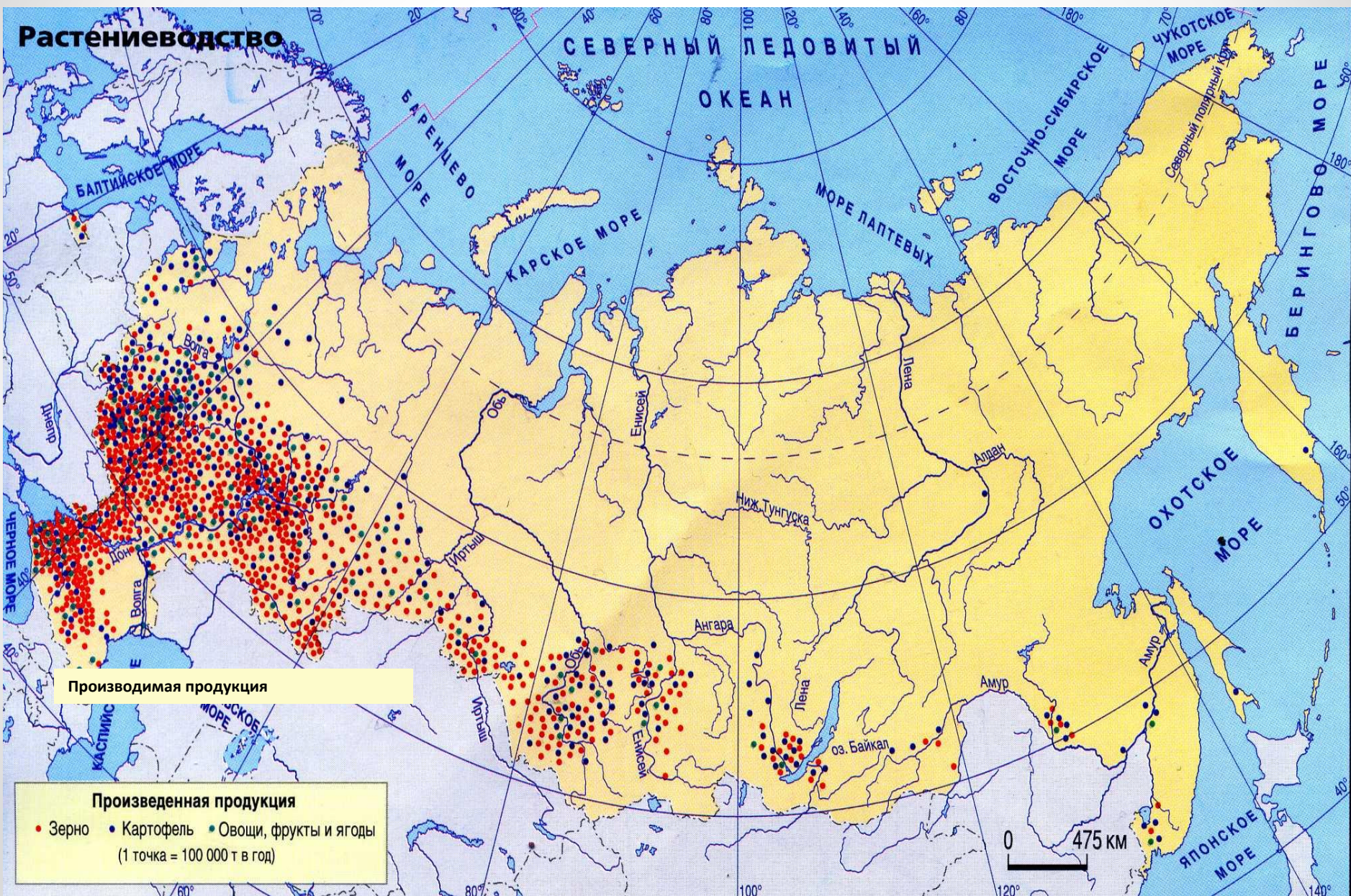
Приоритет развития России

Важнейшим приоритетом развития России является сельское хозяйство – основа основ нашей продовольственной, экологической и национальной безопасности.

По своему значению сельское хозяйство ставится на один уровень с обороной страны.

**«Если вам нечем питаться,
вы зависимы от других».**

Производительность современного земледелия России



**Таблица 1 - РАЗВИТИЕ НЕГАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ
НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ РОССИИ
за последние 20–30 лет**

Показатели	Площадь, млн. га
Не используется пашни	более 20
Не используется кормовых угодий	более 37
Сокращение посевных площадей	около 40
Нарушено севооборотов	более 70
Рост площадей, подверженных деградации (водной эрозии, дефляции, засолению)	более 23
Заросло пашни кустарником и мелколесьем	около 9
Ежегодный прирост оврагов	около 20 тыс. км

Таблица 2 - ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВЕ

в среднем по России, т/га в год

**Под многолетними
травами**

+ 0,2–0,6

**Под зерновыми
культурами
и однолетними травами**

– 0,4–1

**Под чистым паром
и пропашными
культурами**

– 1,5–2,5

По оценкам экспертов, отечественные сельхозземли ежегодно теряют полтора миллиарда тонн плодородного слоя. И виной тому не только природные явления, но и ошибки в земледелии.

В оценке плодородия сегодня нуждаются около 300 миллионов гектаров сельхозугодий. Ежегодно за счет государства исследуется только около пяти миллионов гектаров. Чтобы обследовать все земли с такими темпами, как в настоящее время, потребуется 40 лет.

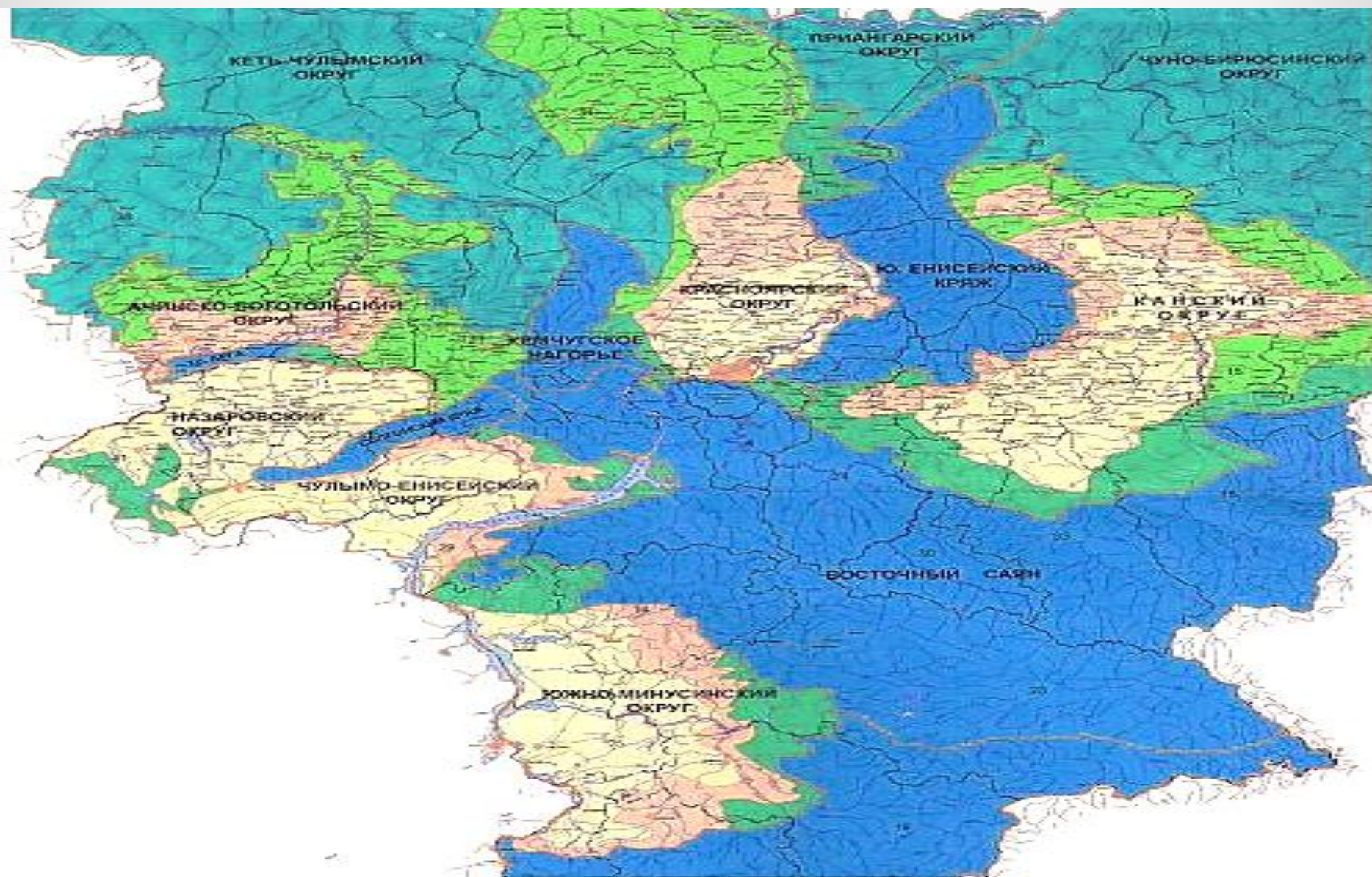
В министерстве сельского хозяйства РФ подсчитали, что 72% российских сельхозземель сейчас в относительно допустимом состоянии. В оптимальном состоянии в два раза меньше.

Показатель неплохой, но это лишь допустимый минимум. Изменения в законодательстве должны поспособствовать в деле повышения плодородия.

В агросфере Красноярского края существует множество глобальных и региональных проблем, влияющих на развитие сельского хозяйства, плодородие почв, питание растений, продуктивность земледелия и качество сельскохозяйственной продукции.



Концентрическая зональность лесостепной зоны Красноярского края. Шесть природных округов, близких по природно-ресурсному потенциалу. Небольшие отличия южного и восточного округов.



Оценка ресурсов отдельных регионов

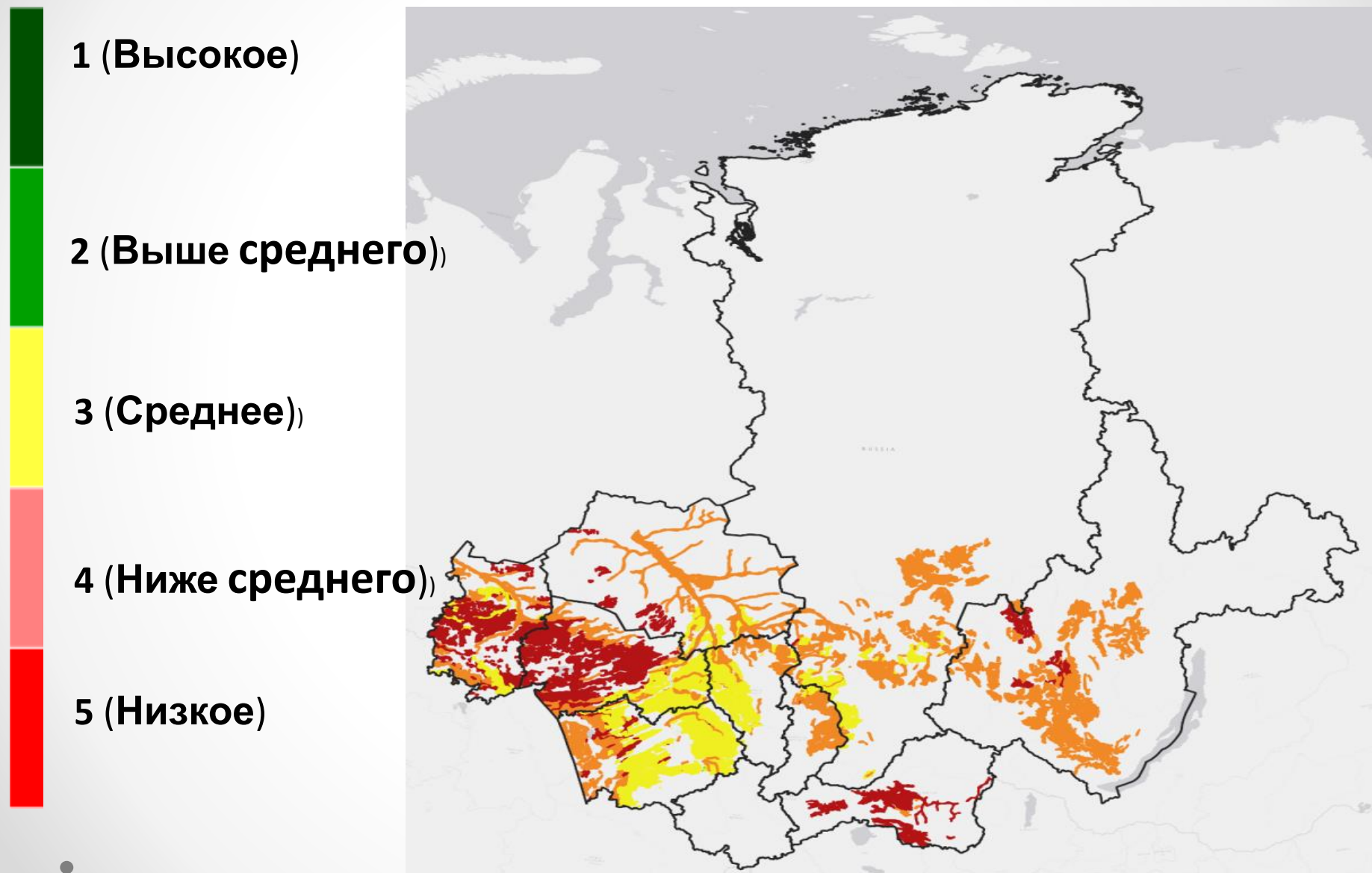
Биоклиматический потенциал отдельных регионов мира

1. Россия – 1.0
2. Краснодарский край - 1.5
3. Западная Европа -1.8
4. США (Калифорния) - 2.75
5. Западная Сибирь - 0.56-0.58
6. Восточная Сибирь - 0.52-0.54
в т.ч республиках Тыва, Хакасия, Якутия - всего лишь 0.39-0.43

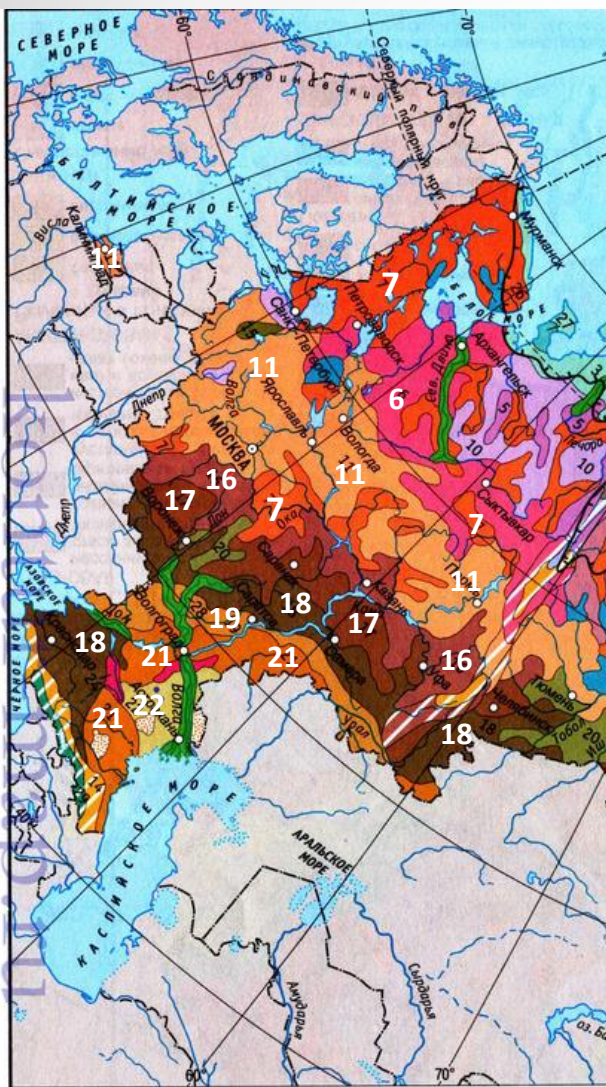
Бонитет почв (балл) отдельных регионов России

1. Кубань – 58.8
2. Красноярский край – 27.5
3. Иркутская область – 26.0
4. Забайкалье - 14-15
5. Тыва, Хакасия - 11.8 - 12,5

Индекс качества пахотных почв в Сибирском Федеральном Округе



Отзывчивость почв РФ на удобрения



Зона подзолистых и дерново- подзолистых почв (6, 7, 11):

- западные, влажные районы **наиболее высокой эффективности удобрений**;
- центральные районы **высокого действия удобрений**;
- восточные континентальные районы **с несколько меньшим действием удобрений**;
- дальневосточные муссонные **районы высокой эффективности удобрений**

Зона серых лесных почв, оподзоленных и выщелоченных черноземов, буроземы (16, 17, 14) :

- центральные районы, **высокое действие удобрений**;
- дальневосточные муссонные районы, **высокая эффективность удобрений**

Зона типичных, обыкновенных и южных черноземов (18, 19):

- центральные районы **высокого, но неустойчивого действия удобрений**;
- резко континентальные районы **неустойчивого и менее высокого действия удобрений**;

Зона темно-каштановых, каштановых почв (21, 22) :

- западные районы темно-каштановых почв **более устойчивых урожаев**;
- восточные, резко континентальные районы **неустойчивых урожаев**.

Масштаб 1:30 000 000

Почвенная карта: http://kontur-map.ru/1509215_BIG_0_0.jpg

**В почвах пахотных и кормовых угодий
Красноярского края существует острый дефицит
нитратного азота,
подвижного фосфора,
подвижной серы,
молибдена, марганца,
цинка.**

**Это приводит к ухудшению качества получаемой
продукции, нарушению синтеза протеинов в культурах
белкового типа питания (зерно-бобовых, крупяных и
т.д.), снижению содержания белка и углеводов,
ослабляет синтез растительных масел (рапс, горчица ,
рыжик и т.д.), снижает иммунитет растений, их
устойчивость к поражению вредителями и болезнями,
ухудшает сохранность продукции при хранении и т.д.**

Дефицит нитратного азота

Сплошное агрохимическое обследование почв, нашего края, свидетельствует, что практически половина площадей почв Центральной и Западной группы районов характеризуется низкой обеспеченностью нитратным азотом. Еще ниже обеспеченность нитратным азотом в почвах Южно-Минусинской и Восточной групп районов.

В **засушливые годы** наблюдается острый дефицит минерального азота.

Паровой предшественник не оправдывает свое назначение как отличного накопителя нитратного азота в почвах всех природных округов. Более половины площади пашни по паровому предшественнику испытывают острый дефицит минерального азота.

Минимизация обработки почв также существенно снижает обеспеченность их нитратным азотом за счет уплотнения почвы, негативно сказывающегося на активности очень требовательных к внешним условиям процессов нитрификации.

Прямой посев



Поле пара по дороге на Горевое



Таблица 3 - Агрохимия гумуса и азота сибирских почв

Показатели		Дерново-подзолистые, светло- и серые лесные	Чернозёмы оподзоленные, выщелоченные, тёмно- и серые лесные и лугово-чернозёмные	Чернозёмы обыкновенные и южные	Каштановые
Содержание гумуса в $A_{п.}$, %		1,5-5	5 -11	4-9	1-4.5
Запас в слое 0-100 см, т/га		100-150	150-450	150-300	100-160
Общий азот в $A_{пах.}$, %		0,07-0,30	0,20-0,60	0,15-0,40	0,07-0,20
Запас N: 0-100 см, т/га		5-9	12-22	10-17	5-10
N-NO ₃ , в слое 0-40 см, кг/га	по пару	30-80	120-210	80-140	20-50
	зерновым	8-30	30-80	20-50	8-20
Ориентировочная обеспеченность культур доступным азотом за счёт ресурсов почвы, %		15-20	40-60	30-50	15-25
Возможные уровни сбора урожая зерна за счёт почвенного доступного азота, ц/га		5-12	13-22	10-20	7-14

**Таблица 4 - Накопление нитратного азота в
сибирских почвах в зависимости от предшественника
в севообороте**

Почва	Запасы N-NO₃ в слое 0-40 см , кг/га		
	пар	пропашные	зерновые
Дерново-подзолистые, светло-серые лесные, каштановые и светло- каштановые	40-80	20-50	8-30
Тёмно-серые лесные, чернозёмы выщелоченные и оподзоленные, лугово- чернозёмные	120- 210	70-130	30-80
Чернозёмы обыкновенные и южные, тёмно- каштановые, серые лесные	80- 140	50-90	20-50

Таблица 5 - Результаты агрохимического обследования на содержание нитратного азота

Зона деятельности	Обследованная площадь пашни (%) с содержанием нитратного азота, мг/кг почвы	
	до 12	более 12
Красноярский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба», 2025 г 2026 г	39,9 28,4	48,1 34,0
Минусинский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба», 2025 г 2026 г	76,5 69,6	23,4 30,4
Солянский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба», 2025 г 2026 г	68,0 72,2	32,0 27,8
Итого по краю под урожай 2025 г	61,5	35,2
Итого по краю под урожай 2026 г	48,7	31,6
В среднем по краю за 2020-2026 гг.	55,9	32,6

Таблица 6 - Результаты почвенной диагностики на содержание нитратного азота по чистому пару

Зона деятельности	Обследованная площадь пашни (%) с содержанием нитратного азота, мг/кг почвы	
	до 12	более 12
Красноярский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба»	42,3	57,7
Минусинский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба»	71,4	17,5
Солянский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба»,	51, 6	34,1
Итого по краю под урожаем 2022 г	55,1	44,2
В среднем за 2016- 2022 гг	47,6	51,5

Таблица 7 - Результаты тканевой диагностики на азот посевов яровой пшеницы в фазу кущения (балл азота, n = 20)

Больше-Муртинский р-н, Юбилейный			Сухобузимский р-н, Учхоз		Емельяновский р-н, Емельяново (за поворотом от Черемшанки)	
поля пшеницы						
по зерновым, после поворота на Бродово	по зерновым, от поворота на Бродова 3 км по трассе	по пару, 800 м до поворота на Тигино по трассе	по пару, дорога на Горевое	по занятому пару, на въезде за Стелой	по пару	по пшенице
2,8	1,1	3,8	0,4	4,1	4,0	0,6

Таблица 8 - Балл обеспеченности зерновых культур азотом в семеноводческих посевах ООО "Птицефабрики "Заря«(n=20)

Показатели	Культура, сорт, предшественник					
	пшеница Курагинская 2 по пару	овес Саян по пшенице	пшеница Новосибирская 31 по рапсу	пшеница Новосибирская 31 по горчице	пшеница Новосибирская 31 по сидеральному пару	пшеница Памяти Вавенкова по пару
Балл азота	2,1	2,9	3,1	3,6	1,5	1,6
C_v,%	35,1	34,3	49,2	35,1	35,1	32,3

ДЕФИЦИТ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА

Низкая обеспеченность почв Красноярского края подвижным фосфором связана с бедностью почвообразующих пород фосфорсодержащими минералами, слабой доступностью растениям солей фосфорной кислоты и крайне низким уровнем применения фосфорных удобрений.

Большинство фосфорных солей не растворимы или слабо растворимы в воде, но растворимые в кислотах. Они имеют свойство «старения» со временем – это процесс кристаллизации фосфатов, при котором происходит их химическое закрепление и переход в недоступное состояние.

Доступность фосфатов растениям зависит от температуры окружающей среды и влажности почвы. В холодных и засушливых условиях фосфаты «съеживаются», становятся малоподвижными, слабо усваиваются растениями.

Обеспеченность обменным калием, доступным для растений, в почвах края высокая, что связано с тяжелым гранулометрическим составом почв.

Несмотря на высокую обеспеченность почв обменным калием, существует потребность в периодическом внесении калийных удобрений, особенно под калиелюбивые культуры (картофель, кормовые корнеплоды, овощи, силосные, многолетние травы, озимые, масличные).

ДЕФИЦИТ ПОДВИЖНОЙ СЕРЫ

Почвы сельскохозяйственных угодий Красноярского края характеризуются высоким содержанием валовой серы, что связано с их высокой степенью гумусированности. **В то же время содержание подвижной серы в почвах очень низкое из-за ослабленных процессов сульфификации, то есть перехода серы из органической в минеральную, доступную для растений.** В агроценозах отмечается отрицательный баланс серы. Вносимые дозы минеральных и органических удобрений не компенсируют отчуждение серы с урожаями сельскохозяйственных культур.

Средневзвешенное содержание серы в почвах края составляет 4,26 мг/ кг почвы, что соответствует низкой обеспеченности.

Недостаточное содержание серы в почвах приводит к уменьшению ее поступления в растения, нарушению процессов биосинтеза белка и растительных масел, существенно снижая качество продукции.

Для улучшения серного питания сельскохозяйственных культур необходимо увеличить дозы внесения серосодержащих минеральных и органических удобрений.

Таблица 9 - Обобщенные результаты последнего цикла агрохимического обследования почв по зонам края

Районы	Гумус, %	Элементы питания, мг/кг почвы		
		подвижный фосфор	обменный калий	подвижная сера
Центральная и западная, Красноярский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба»				
ИТОГО по зоне:	6,7	119,7	141,7	6,48
Южная, Минусинский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба»				
ИТОГО по зоне:	6,1	186	99,7	3,2
Восточная, Солянский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба»,				
ИТОГО по зоне:	5,7	167,3	146,6	3,09
Итого по краю:	6,2	157,6	129,3	4,26

Таблица 10 - Результаты агрохимического обследования почв на содержание подвижных микроэлементов по Красноярскому краю

Микроэлемент	Площадь тыс. га	Степень обеспеченности, %		
		низкая	средняя	высокая
Бор	1599,2	1,4	29,0	69,6
Молибден	1579,2	58,7	39,2	2,1
Медь	1666,9	7,8	3,0	89,2
Цинк	1657,2	33,6	7,7	58,7
Марганец	1264,4	26,8	49,7	23,5
Кобальт	1732,3	1,8	40,8	57,3

Роль факторов в формировании урожая



Таблица 11 - Оценка (в %) роли факторов, влияющих на урожайность зерновых культур (по данным КГСХА, Сафин Р.И.)

Фактор	Озимая рожь, 35 ц/га	Озимая пшеница, 50 ц/га	Ячмень, 40 ц/га	Овес, 40 ц/га
Севооборот и предшественники	5	12	8	10
Обработка почвы	10	12	10	12
Удобрения	30	25	22	25
Сроки, нормы глубина посева	7	5	15	10
Сорт и качество семян	8	12	15	15
Борьба с сорняками	5	1	8	11
Защита от вредителей и болезней	15	24	8	8
Борьба с полеганием	13	10	-	-
Уборка урожая	8	6	7	7

**Таблица 12 - ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ
ЗЕРНОВЫХ, т/га**

Регион	Применение удобрений, кг д.в./га посева	Урожайность, т/га
Европейская часть РФ		
Краснодарский край	72	5,5
Ставропольский край	53	3,9
Белгородская область	66	3,2
Татарстан	88	3,5
Калининградская область	122	2,7
Липецкая область	101	2,6
Сибирь		
Красноярский край	30	2,7
Томская область	16	1,5
Иркутская область	14	1,6
Кемеровская область	12	1,9
Новосибирская область	7	1,7
Омская область	3	1,8
Алтайский край	4	1,1

Анализ применения минеральных удобрений свидетельствует о том, что достигнут стартовый уровень их использования. Намечается переход к компенсационному уровню.

В настоящее время применение минеральных удобрений в среднем по Красноярскому краю составляет не более 30 кг/га д. в., а органических – 0,65 т/га.

Соотношение применяемых минеральных удобрений по N:P:K неудовлетворительное. Преобладают азотные удобрения.

Наблюдается острый дефицит одинарных фосфорных, комплексных азотно-фосфорных удобрений, а также серосодержащих удобрений.

Потребность сельского хозяйства края в фосфорных удобрениях удовлетворяется не более чем на 10-15%.

Отмечается довольно частый отказ некоторых хозяйств от применения калийных удобрений.

Слабо регулируется микроэлементное питание за счет применения новых видов обогащенных комплексных удобрений.

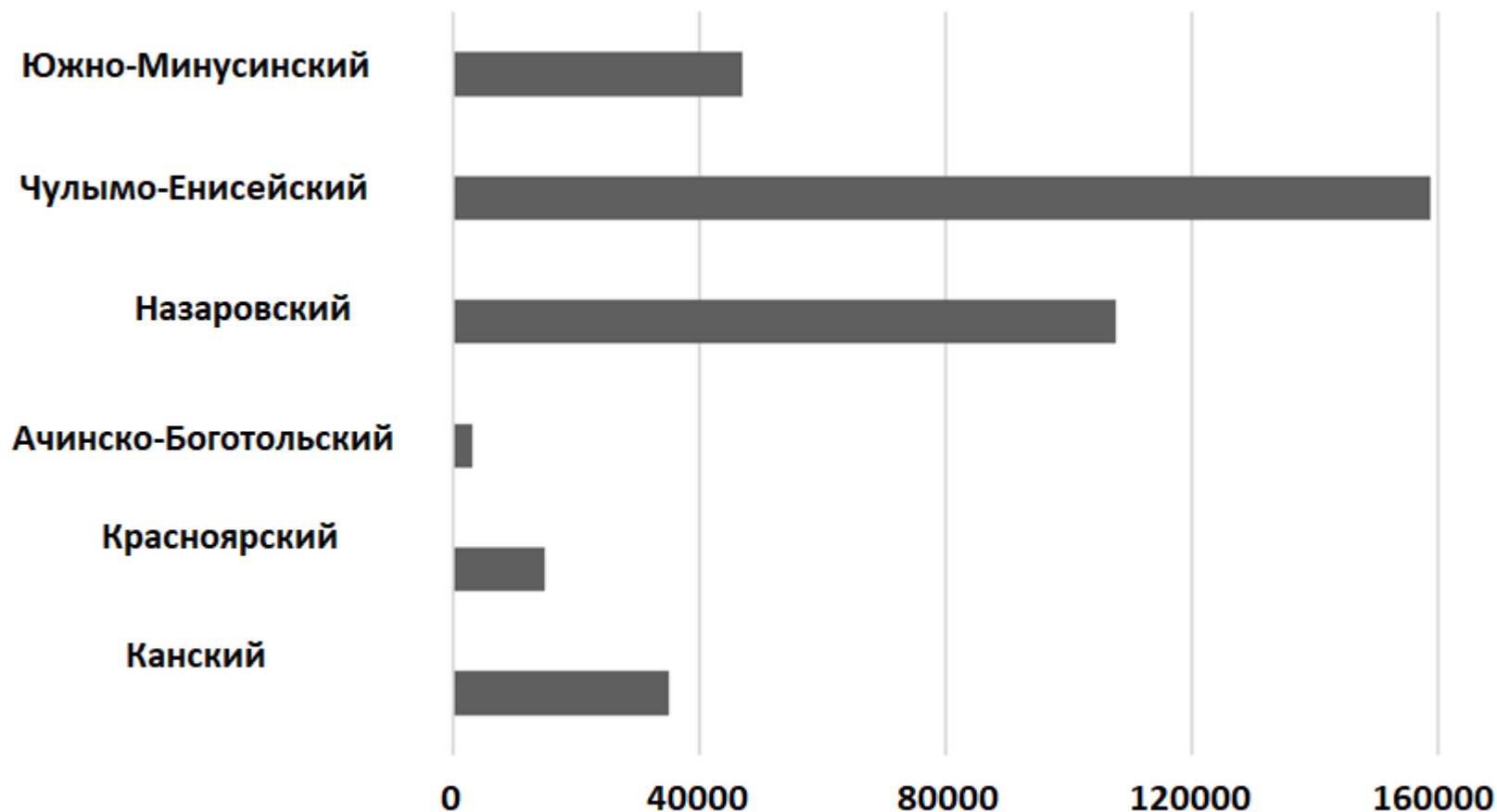


Рисунок 1 - Количество внесенных минеральных удобрений за 2011-2023 гг.

В целом по краю, применение удобрений уменьшилось в 2 раза по сравнению с периодом 1986–1990 годов прошлого века. В тот период среднее количество внесенных минеральных удобрений по краю равнялось 49,6 кг/га. За период 2011-2023 гг. средняя доза минеральных удобрений по краю составила 21,8 кг/га в год.

Баланс питательных веществ в земледелии Красноярского края за 14 лет

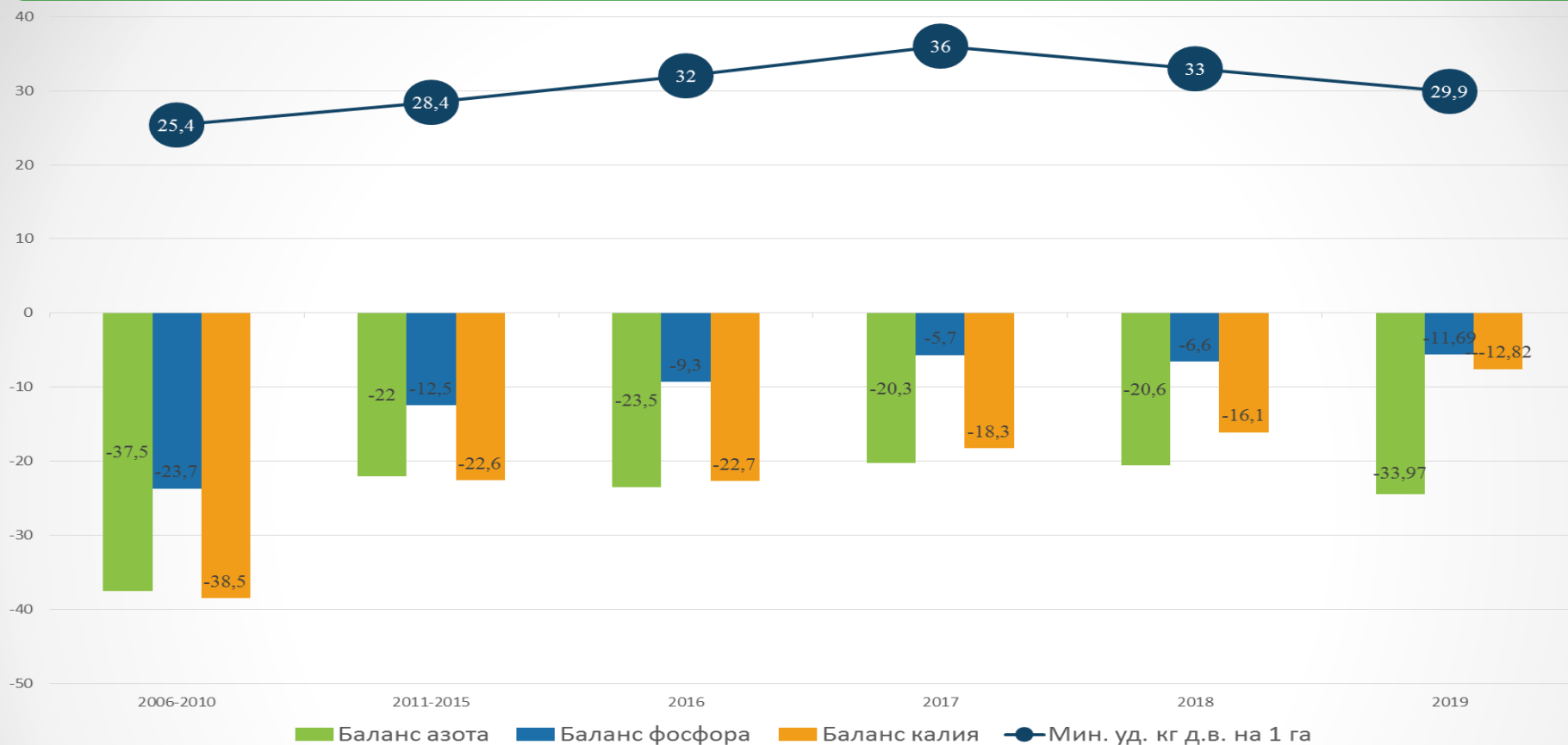


Рисунок 2 - Динамика баланса питательных веществ в земледелии Красноярского края за 14 лет.

Баланс элементов питания в почвах края отрицательный. Вынос макроэлементов с основной продукцией компенсируется минеральными удобрениями только на 15-23 %.

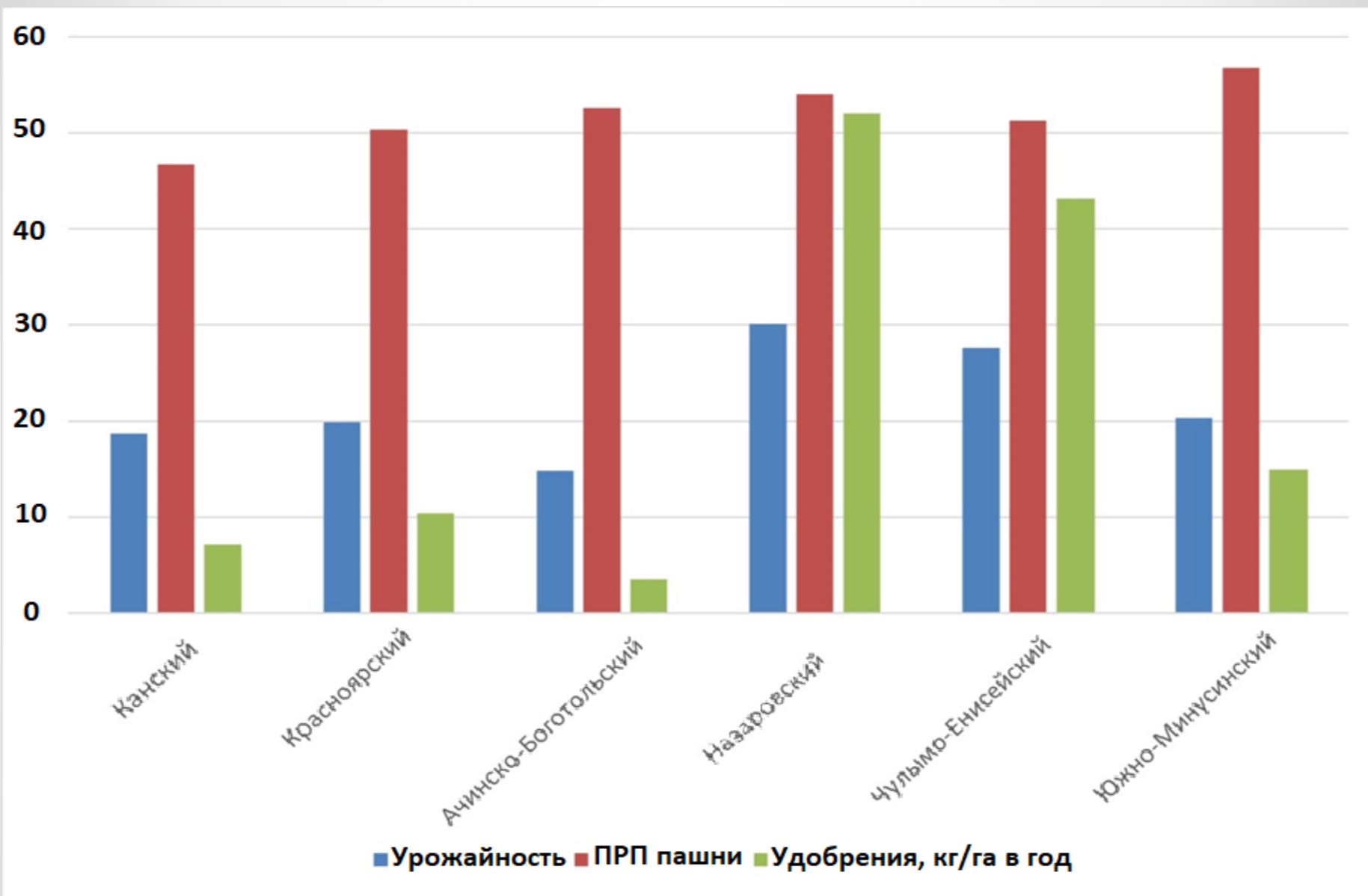


Рисунок 3 - Основные показатели за период с 2011 по 2023 гг.

Таблица 13 - Исходные данные для расчета и коэффициенты корреляции (2011-2023 гг.)

Природный округ	Урожайность зерновых и зернобобовых культур, т/га	Природно-ресурсный потенциал (ПРП)	Внесенные минеральные удобрения, кг/га
Канский	1,87	45,45	7,12
Красноярский	1,99	46,33	10,37
Ачинско-Боготольской	1,48	47,41	3,54
Назаровский	3,01	49,48	52,04
Чулымо-Енисейский	2,76	47,89	43,18
Южно-Минусинский	2,03	54,31	14,93
Среднее по Красноярскому краю	2,19	48,39	21,81
Коэффициент • корреляции	-	r=0,19±0,44	r=0,98±0,09 •

Установлена тесная положительная корреляционная зависимость между уровнем внесения минеральных удобрений и урожайностью зерновых, и зернобобовых культур в Красноярском крае. Зависимость между продуктивностью культур и ПРП агроландшафтов ПО слабая и математически недостоверная ($r=0,19\pm0,44$).

Коэффициент множественной корреляции между урожайностью, величиной ПРП и внесением минеральных удобрений равен $0,98\pm0,09$.

Для более эффективного управления ПРП агроландшафтов Красноярского края, увеличения продуктивности регионального земледелия, необходимо увеличить объемы применения минеральных удобрений в Ачинско-Боготольском, Канском, Красноярском и Южно-Минусинском природных округах.

**Альтернативы азотным,
фосфорным и серосодержащим
удобрениям в нашем регионе нет!**

**Несмотря на высокую
обеспеченность почв обменным
калием, существует потребность в
периодическом внесении калийных
удобрений с учетом биологических
потребностей культур, а также
обогащенных микроэлементами
комплексных удобрений.**

A photograph of two hands held palm-up against a background of a dense green forest. The left hand holds a large quantity of small, light-brown, oval-shaped seeds. The right hand holds a small mound of dark brown soil with a young green seedling growing out of it. The seedling has three leaves. The Russian word 'Спасибо!' is superimposed in the center of the image.

Спасибо!